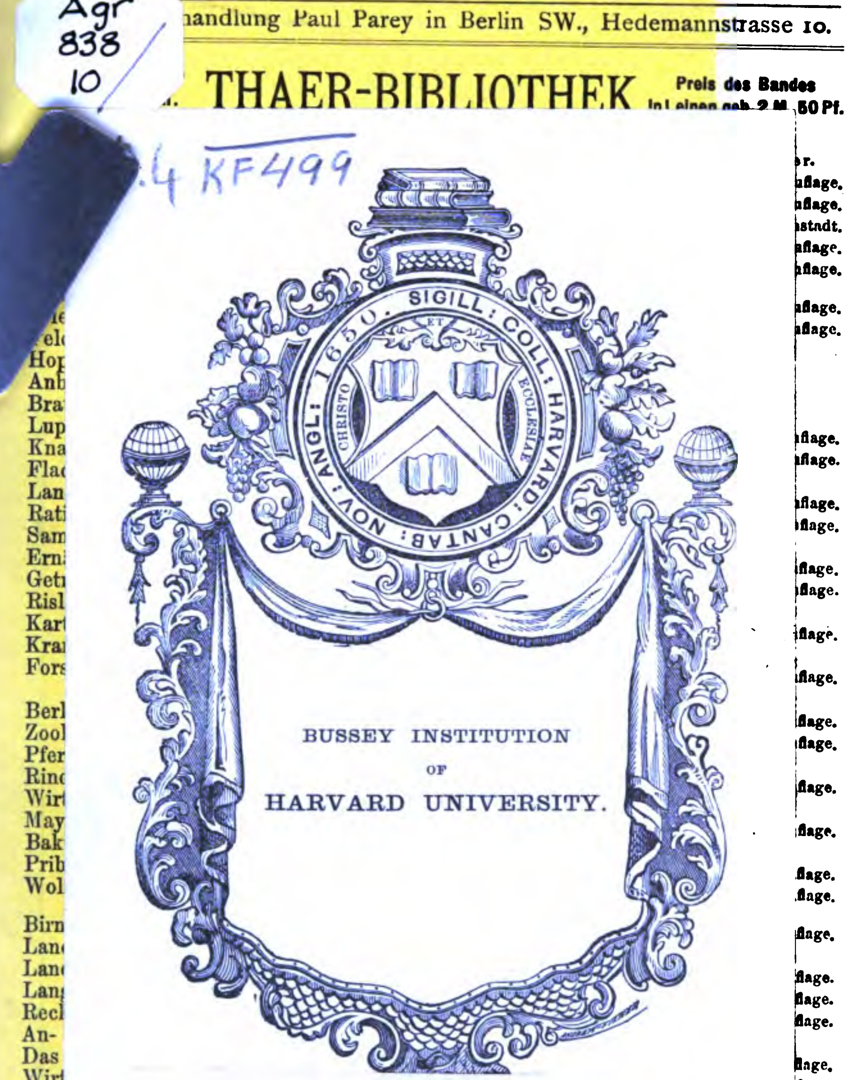
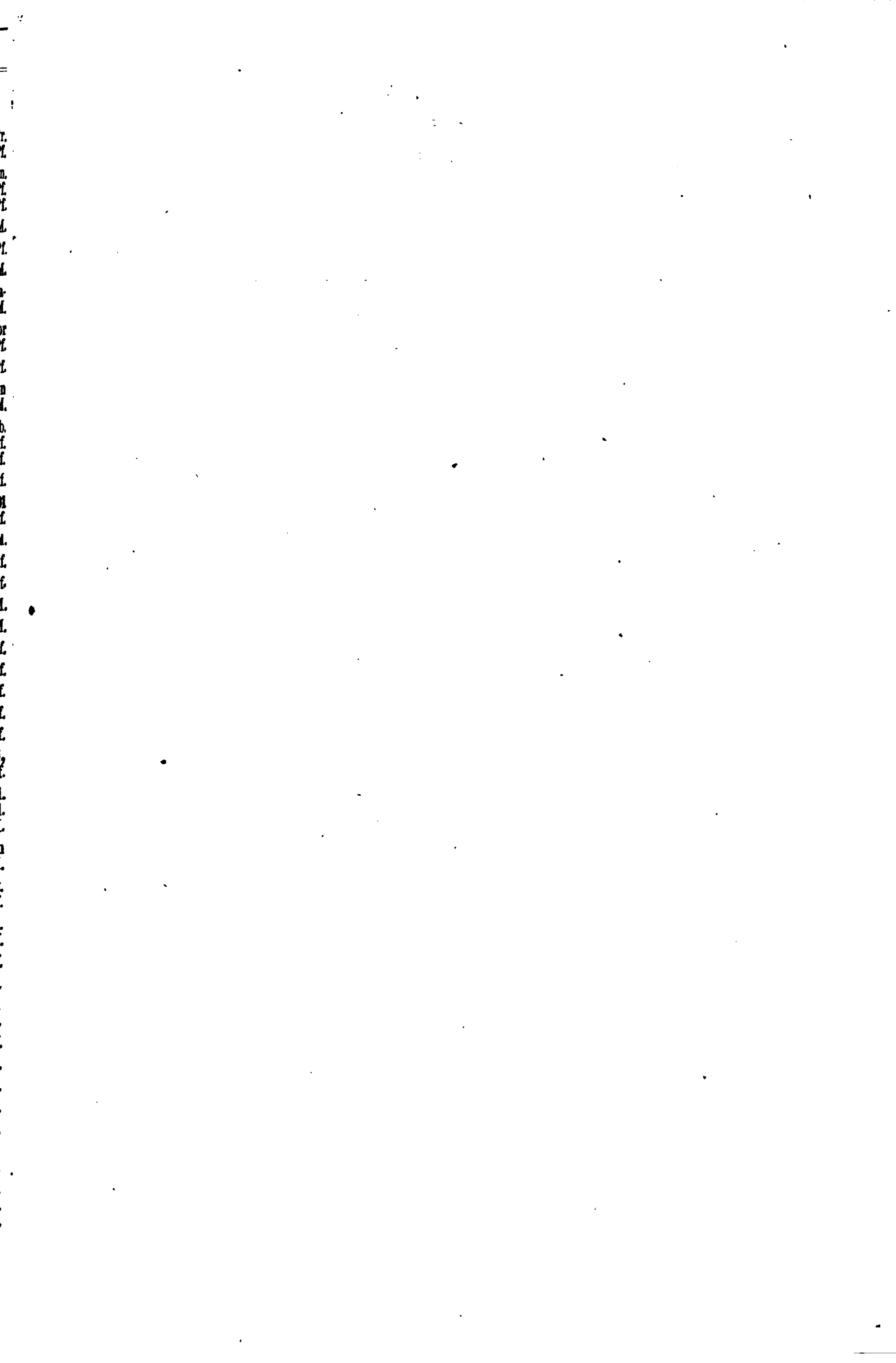

Agr
838
10
NEDL TRANSFER
HN 3212 E
BAND 100
Paul Wagner
Anwendung
Künstlicher
Düngemittel
Zweite Auflage
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY IN BERLIN.


SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650
CHRISTO
ET
ECCLESIAE
BUSSEY INSTITUTION
OF
HARVARD UNIVERSITY.



THAER-BIBLIOTHEK.

Band 100.

Anwendung künstlicher Düngemittel.

Von

Professor Dr. Paul Wagner,

Geh. Hofrat, Vorstand der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Darmstadt.



Zweite Auflage.

Berlin.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey.

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.

SW., Hedemannstraße 10.

1901.

Anwendung künstlicher Düngemittel.

Von

Professor Dr. Paul Wagner,
Geh. Hofrat, Vorstand der landwirtschaftlichen Versuchsstation Darmstadt.



Zweite Auflage.

Berlin.
Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.
1901.

Vorbemerkung des Verlegers zu Band 100.

Es sind gerade 25 Jahre her, seit der erste Band der Thaer-Bibliothek zur Ausgabe gelangte, und jetzt an der Wende des Jahrhunderts erscheint der hundertste Band. Die Ausgabe des ersten Bandes wurde eingeleitet durch eine Anzeige der Verlagshandlung, deren Wiederabdruck an dieser Stelle gestattet sein möge. Es geschieht das mit einigem Stolz, weil die Angehörigen der landwirtschaftlichen Wissenschaft sowohl, wie die Praktiker der Thaer-Bibliothek das Zeugnis nicht versagen werden, daß sie gehalten hat, was sie vor 25 Jahren versprochen. Die Anzeige lautete:

Nach mehrjähriger Vorbereitung und nachdem eine Reihe von Bänden bereits gedruckt, sowie andere im Manuskript vollendet vorliegen, resp. in der Bearbeitung begriffen sind, vereinigen wir eine größere Anzahl je ein Gebiet der Landwirtschaft behandelnder Bücher zu einer übereinstimmend ausgestatteten Kollektion unter dem General-Titel: Thaer-Bibliothek.

Wir wählten diesen Namen, um durch unsere Bibliothek, welche das ganze Gebiet der Landwirtschaft auf streng wissenschaftlicher Basis, aber in populärer Form behandelt und an der Hand der bedeutendsten landwirtschaftlichen Schriftsteller die Wissenschaft hinausführt auf das Feld, dem großen Manne, welcher der Vater der rationellen Landwirtschaft genannt werden muß, ein Denkmal zu errichten, um Albrecht Thaer im Gedächtnis der deutschen Landwirte stets lebendig zu erhalten.

Bei der nahen Beziehung der Landwirtschaft zu Gartenbau und Forstwesen werden wir auch auf diese Gebiete überzugreifen haben.

Die Bände der Thaer-Bibliothek gelangen nicht in broschiertem Zustande, sondern sämtlich fest in Leinen gebunden zur Ausgabe.

Jeder Band ist einzeln verkäuflich und kostet $2^1/_2$ Mark, ein Preis, welcher nur mit Rücksicht auf eine große Verbreitung der Bände so niedrig normiert werden konnte.

Die Bücher eignen sich ebenso zum Selbstunterricht, wie zu Lehrbüchern für landwirtschaftliche Lehranstalten, und bilden in ihrer Gesamtheit eine vollständige landwirtschaftliche Hausbibliothek, in welcher man bei keiner Gelegenheit vergeblich um Rat suchen wird.

Wir beginnen die Thaer-Bibliothek mit der seit Jahren erwarteten Landw. Fütterungslehre von Emil Wolff.

Der Erfolg, welcher der Thaer-Bibliothek zu teil wurde, nämlich die Verbreitung, welche dieselbe gefunden, hat alle Erwartungen übertroffen; denn es sind bereits weit über eine halbe Million Bände verkauft, und der Jahresabsatz ist noch immer im Steigen begriffen. Man hat gesagt, der Grund dafür sei die wissenschaftliche Zuverlässigkeit, die praktische Brauchbarkeit, die gute Ausstattung und der übereinstimmende wohlfeile Preis der einzelnen Bände.

Die meisten Bände sind bereits wiederholt in Neubearbeitungen erschienen, und bei den anderen stehen neue Auflagen in naher Aussicht. Die Natur des Gegenstandes begründet sehr ungleiche Absatzfähigkeit der einzelnen Bände, auch ist es dabei ins Gewicht gefallen, ob ein Band sich auch zum Lehrbüche an landwirtschaftlichen Instituten eignete oder nicht. Die Sammlung ist auch mit Band 100 nicht abgeschlossen, sondern je nachdem es angezeigt erscheint, werden neue Bände in kürzerer oder schneller Folge bearbeitet werden.

Daß kein Geringerer wie Paul Wagner-Darmstadt sich hat bereit finden lassen, als Band 100 eine „Anleitung zur Anwendung der künstlichen Düngemittel“ zu veröffentlichen, wird man überall mit Beifall begrüßen.

Einem früheren Vorgange folgend, hat die in gleichem Verlage ebenfalls seit 25 Jahren erscheinende Deutsche Landw.

Presse für einen neuen Band der Thaer-Bibliothek: „Die Pferdezucht", ein Preisausschreiben folgenden Wortlauts erlassen:

Den Eintritt der „Deutschen Landwirtschaftlichen Presse" in das neue Jahrhundert und das Erscheinen von Band 100 der nunmehr in bereits mehr als einer halben Million von Bänden verbreiteten Thaer-Bibliothek möchte die Verlagshandlung Beider in einer der deutschen Landwirtschaft nutzbringenden Weise bezeichnen.

Wir haben zu dem Ende eine Preis-Konkurrenz ausgeschrieben und in Höhe von Tausend Mark eine Prämie ausgesetzt für die beste Anleitung zur Pferdezucht im landwirtschaftlichen Betriebe.

Das Preisrichteramt wird geübt von den Herren: Landstallmeister Dr. Grabensee in Celle, Ökonomierat Stoeckel in Insterburg und Dr. Otto H. Müller, Redakteur der „Deutschen Landw. Presse" in Berlin.

Die Anleitung soll sich frei halten von einer zoologischen oder historischen Einleitung, die zoologischen Rasse- und Schlag-Einteilungen unbeachtet lassen, sowie nur die Zucht des Arbeitspferdes (Kaltblut) und des Halbblutpferdes ins Auge fassen. Der Betrieb großer Gestüte und damit auch die englische und orientalische Vollblutzucht ist ausgeschlossen, ebenso auch eine specielle Berücksichtigung der Anatomie, Physiologie und Pathologie des Pferdes.

Der Umfang hat einem Bande der Thaer-Bibliothek zu entsprechen, darf also die Zahl von 12 Druckbogen in Klein-Oktav nicht wesentlich überschreiten. Die Preisschriften müssen leserlich geschrieben, mit einem Kennworte versehen und von einem dasselbe Kennwort als Aufschrift enthaltenden versiegelten Briefumschlag begleitet sein, in welchem letzteren Name und Wohnort des Verfassers angegeben sind. Schlußzeitpunkt für die Einlieferung der Arbeiten ist der 1. November 1900, und müssen die Schriften bis dahin an die Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin SW., Hedemannstraße 10, „eingeschrieben" und postfrei eingesandt werden. Das preisrichterliche Urteil wird mit Namensnennung des Verfassers der preisgekrönten Arbeit in der ersten Januar-Nummer 1901 der Deutschen Landw. Presse zugleich mit der Aufforderung zur Zurücknahme der nicht prämiierten Schriften veröffentlicht. Die Preisrichter eröffnen also nur denjenigen der die Namen enthaltenden Briefumschläge, welcher dasselbe Kennwort trägt, wie die preisgekrönte Arbeit.

Die preisgekrönte Schrift geht als ein Band der Thaer-Bibliothek in den Verlag von Paul Parey in Berlin mit der Maßgabe über, daß der Verfasser außer der Prämie von 1000 Mark noch ein Schriftstellerhonorar von 500 Mark für jede Auflage der Schrift erhält.

Die Verfasser der nicht preisgekrönten Schriften sind verpflichtet, ihre Arbeit nicht vor einem Jahre nach Rückempfang derselben anderweitig im Druck erscheinen zu lassen.[1])

Der unterzeichnete Verleger der Thaer-Bibliothek erfüllt aber nur eine Pflicht, wenn er bei Ausgabe des hundertsten Bandes an der Schwelle eines neuen Jahrhunderts auch an dieser Stelle seinem Danke Ausdruck giebt gegenüber den ausgezeichneten Männern, welche während der verflossenen 25 Jahre ihm die Ehre erwiesen haben, an der Thaer-Bibliothek mitzuarbeiten, und sich die Hand gereicht haben, um dem Begründer der rationellen Landwirtschaft Albrecht Thaer in der Thaer-Bibliothek ein Denkmal zu errichten aere perennius.

Berlin SW., 10 Hedemannstraße, Neujahr 1900.

Dr. Parey

---

[1]) Als Ergebnis dieses Preisausschreibens erschien inzwischen, von den Preisrichtern einstimmig mit dem ersten Preise ausgezeichnet, als Band 102 der Thaer-Bibliothek: Oldenburg, F., Regierungs- und Ökonomierat, Anleitung zur Pferdezucht im landwirtschaftlichen Betriebe. Preis 2 M. 50 Pfg. — Verlagsbuchhandlung Paul Parey.

Vorwort des Verfassers von Band 100.

Zur ersten Auflage.

Ich schätze viele Bände der Thaer-Bibliothek außerordentlich, erblicke in der überraschend großen Verbreitung derselben einen schlagenden Beweis für die im letzten Viertel des scheidenden Jahrhunderts erfreulich gewachsene Durchdringung der Praxis mit Resultaten der Wissenschaft und habe auf Ersuchen des Herrn Dr. Parey, Verlegers der Thaer-Bibliothek, deshalb gern die Bearbeitung des hundertsten Bandes übernommen.

Es ist darin versucht, die praktisch wichtigsten Fragen der Anwendung künstlicher Düngemittel, wie sie zum Teil bereits in Sonderabhandlungen von mir besprochen worden sind, in logisch geordnetem Zusammenhang darzustellen, und ich bin bemüht gewesen, eine möglichst knappe, präcise und allgemein verständliche Form der Darstellung zu wählen. Man wird Altes und Neues aus den Ergebnissen meiner und meiner Mitarbeiter Forschungen finden, und ich hoffe, daß die kleine Schrift beitragen wird, Klarheit und Sicherheit in der Beurteilung praktischer Düngungsfragen zu fördern.

Zur zweiten Auflage.

Wenngleich erst siebzehn Monate vergangen sind, seit die erste Auflage dieser Schrift herausgegeben wurde, so haben doch die Ergebnisse der inzwischen vorgenommenen Forschungsarbeiten mich in den Stand gesetzt, der neuen Auflage mehrfache Ergänzungen einzufügen und um einige neue Fragen den Inhalt zu vermehren. Nach wie vor aber habe ich auf das strengste den Grundsatz befolgt, in meinen Darlegungen nur das zu bieten, was durch exakte Forschung und strenge Kritik so weit geprüft worden ist, daß es als vollkommen sichergestellt erachtet werden darf.

Darmstadt, den 1. Juni 1901.

Paul Wagner.

Inhalt.

Von welchen Stoffen lebt die Pflanze?

Verbrennt man Stroh, Körner, Wurzeln oder sonstige Pflanzenteile, so verwandelt sich die Substanz einerseits in Wasser, Kohlensäure und Ammoniak (Stickstoff), welche als farblose Gase entweichen, anderseits in Phosphorsäure, Kali, Kalk, Magnesia, Schwefelsäure, Chlor, Eisenoxyd, Kieselsäure und Natron, welche als „Asche“ hinterbleiben.

Aus diesen zwölf Stoffen setzt der Pflanzenkörper sich zusammen. Aber es ist die Frage zu stellen, ob jeder der Stoffe notwendig für das Pflanzenleben ist, oder ob eine normale und selbst üppige Vegetation stattfinden kann, auch wenn der eine oder der andere derselben fehlt.

Um dies zu prüfen, hat man Pflanzen in Wasser gezogen, in welchem bald sämtliche der oben genannten Aschenbestandteile und auch der Stickstoff in geeigneter Form aufgelöst waren, bald einer derselben fehlte, um zu beobachten, welchen Einfluß das Fehlen eines Stoffes auf die Entwickelung der Pflanze haben werde, und man ist zu interessanten und wertvollen Aufschlüssen dabei gelangt. Es sei das Folgende darüber mitgeteilt.

Bringt man mit Ausnahme der Kohlensäure, die in ausreichender Menge von der atmosphärischen Luft geliefert

wird, alle Stoffe, welche die chemische Analyse als Grundbestandteile der Pflanzen nachgewiesen hat, in geeigneter Form und geeigneter Menge in die Vegetationsflüssigkeit, so entwickelt sich die Pflanze so üppig, als wachse sie in dem fruchtbarsten Ackerboden. Läßt man aber beispielsweise das Eisenoxyd fehlen, so verliert die Pflanze ihre grüne Farbe, sie wird bleichsüchtig und hört auf zu wachsen. Wie der rote Farbstoff des Blutes nicht ohne Eisenoxyd entstehen kann, so ist die Erzeugung des grünen Farbstoffs in der Pflanzenzelle von der Ernährung mit Eisenoxyd abhängig. Läßt man weiter etwa den Stickstoff fehlen, so entwickelt sich die Pflanze nur so lange normal, als die im Samenkorn enthaltene Stickstoffsubstanz zur Bildung von Blättern und Wurzeln reicht. Ist diese verbraucht, so hungert die Pflanze; sie wird gelb, die Wurzelfasern verlängern sich und suchen nach Stickstoff. Stoffe, welche aus dem Samenkorn in die Blätter gewandert sind, treten jetzt in die Wurzeln zurück. Die untersten Blätter werden von Tag zu Tag dünner, sie schrumpfen ein, werden förmlich ausgesogen und vertrocknen. Die Wurzeln wachsen auf Kosten der Blattsubstanz, und einzelne Fasern erreichen oft eine Länge von mehreren Metern, während der oberirdische Teil der Pflanze immer weiter zurückgeht. Es kann eine solche Pflanze mehrere Monate lang am Leben sich erhalten, bis sie an Stickstoffhunger stirbt. Das Gewicht ihrer Trockensubstanz beträgt dann nicht mehr, als das Samenkorn gewogen hatte, aus welchem sie entstanden war.

Ähnliche Erscheinungen treten auf, wenn man eine kalifreie Nahrung oder eine kalkfreie oder phosphorsäurefreie bietet. Die Pflanze wächst nicht, d. h. sie erzeugt keine organische Substanz. Sie wandelt nur die im Samenkorn enthaltenen Stoffe um in Blatt- und Wurzelmasse. Sie sendet ihre Wurzeln aus, um den fehlenden Nährstoff zu suchen, und stirbt, wenn sie ihn nicht findet.

Aber nicht jeder der oben aufgeführten Stoffe — so haben Versuche es ergeben — ist als ein für die Pflanzen unentbehrlicher zu bezeichnen. In jedem Grashalm z. B. findet sich Kieselsäure. Das Gras aber wächst normal, auch wenn man ihm eine Nahrung bietet, die vollkommen frei von Kieselsäure ist. Das Gleiche ist mit dem Natron der Fall. Auch das Natron ist ein Stoff, den man zwar in jeder Pflanze findet, und der auch unter Umständen dem Lebensprozeß der Pflanze sehr dienlich sein kann, den aber die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen nicht allgemein nötig haben, um normal zu wachsen, den man daher auch nicht zu den eigentlichen Nährstoffen der Pflanze rechnet. Nur das Wasser, die Kohlensäure, der Stickstoff, die Phosphorsäure, das Kali, der Kalk, die Magnesia, das Eisenoxyd, die Schwefelsäure und das Chlor werden als wirkliche Pflanzennährstoffe angesehen. Sie sind für das Pflanzenleben unentbehrlich, denn fehlt ein einziger von ihnen, so ist die Ernährung der Pflanze, die Erzeugung von organischer Substanz, das eigentliche „Wachsen“ der Pflanze nicht möglich.

Mit welchen Stoffen hat man den Boden zu düngen?

Von den zehn Stoffen, die wir als unentbehrlich für die Pflanze bezeichnet haben, wird die Kohlensäure aus der atmosphärischen Luft, das Wasser durch den Regen geliefert; alle übrigen entnimmt die Pflanze dem Nährstoffvorrat des Bodens und soweit dieser nicht reicht, muß er durch Düngung ergänzt werden. Auch der Stickstoff gehört hierher, denn wenn auch die atmosphärische Luft in mehrfacher Richtung eine nicht zu unterschätzende Stickstoffquelle bietet, so ist diese doch bei weitem nicht ergiebig genug, den Bedarf aller Pflanzen zu decken. Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, Kalk, Magnesia, Schwefelsäure, Chlor und Eisenoxyd also müssen in ausreichendem Vorrat im Boden enthalten sein, bezw. dem Boden gegeben werden, wenn hohe Erträge erzielt werden sollen. Aber es fragt sich, ob jeder dieser acht Stoffe die gleiche Bedeutung für Düngezwecke hat; denn es ist zu berücksichtigen, daß die Pflanze von dem einen Nährstoff viel, von dem andern wenig bedarf, und daß der Boden an dem einen Nährstoff reich, an dem andern arm sein kann.

Ich will als Beispiel anführen, daß die Futterrübe, um einen hohen Ertrag zu liefern, auf den Hektar gerechnet

500 kg Kali und 5 kg Eisenoxyd aufzunehmen hat; hiergegen enthält ein mittelguter Ackerboden bis zur Tiefe von $^1/_8$ m auf den Hektar berechnet etwa: 10000 kg Kali und 150000 kg Eisenoxyd. Mithin würde der Rechnung nach der Kalivorrat nur für 20 Rübenernten, der Vorrat an Eisenoxyd dagegen für nicht weniger als 30000 Rübenernten reichen, woraus sich ergiebt, daß man bezüglich des Eisenvorrates im Boden beruhigt sein darf, und daß in Rücksicht des Düngebedürfnisses des Bodens das Kali viel wichtiger ist als das Eisenoxyd. Ähnlich verhält es sich mit der Magnesia, der Schwefelsäure und dem Kalk. Giebt es auch zahlreiche Böden, die so wenig Kalk enthalten, daß sie den Bedarf der Pflanze an diesem Nährstoff nicht zu decken vermögen, so ist doch das Bedürfnis für Kalkdüngung gleichwie für eine Zufuhr von Schwefelsäure und Magnesia bei weitem nicht ein so allgemeines, als es sich für diejenigen drei Nährstoffe erwiesen hat, welche man mit Recht als die für die Düngung wichtigsten bezeichnet, nämlich für **Stickstoff, Phosphorsäure** und **Kali.** Diese drei Stoffe sind in der Regel in verhältnismäßig geringer Menge im Boden enthalten und müssen in erster Linie demselben zugeführt werden. Die Düngerfabrikanten stellen daher Stickstoffdünger, Phosphorsäuredünger und Kalidünger (bezw. Phosphorsäure-Stickstoffdünger 2c.) her. Sie garantieren in den betr. Düngemitteln einen bestimmten Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali, und es reguliert sich der Marktwert der Handelsdünger lediglich nach ihrem Gehalt

an diesen drei für die Düngung wichtigsten Nährstoffen. Nebenbestandteile der Handelsdünger, wie Kalk, Schwefelsäure, Chlor, Natron, Magnesia und Eisenoxyd, bleiben bei der handelsüblichen Bewertung unberücksichtigt, wenngleich sie für die Düngung nicht immer bedeutungslos sind und jedenfalls den Landwirt der Sorge um einen Ersatz der für die Düngung minderwichtigen Stoffe (Magnesia, Schwefelsäure, Eisenoxyd) entheben.

Unter welchen Verhältnissen ist es möglich, die Bodenerträge durch Anwendung künstlicher Düngemittel zu erhöhen?

Ich antworte hierauf: überall da, wo hungrige Pflanzen wachsen. Überall da, wo der Boden Pflanzen erzeugt, die nach Stickstoff, Phosphorsäure oder Kali hungern, da wird man durch Anwendung von Handelsdüngern die Erträge steigern können.

Nicht immer ist es ja der Hunger, der einer geringen Entwickelung der Pflanzen zu Grunde liegt; oft ist es auch der Durst, unter dem die Pflanzen leiden, oder es ist mangelhafte Lockerung des Bodens, wodurch die Wurzelentwickelung erschwert wird, oder Krustenbildung, welche schädigend wirkt, oder Undurchlässigkeit des Bodens, wodurch stauendes Wasser mit all seinen schädlichen Folgen entsteht, oder Kalkarmut, Humusarmut 2c., kurz — es sind oft ungünstige physikalische oder chemische Bodenverhältnisse oder ungünstige klimatische Verhältnisse, welche die Pflanzen nicht zu einer gesunden, freudigen Entwickelung kommen lassen und die Produktion beschränken. In solchen Fällen hat die Pflanze kein Bedürfnis nach einer größeren Zufuhr von Nährstoffen,

sie hungert nicht, es genügen ihr die geringen Mengen, welche der Boden bietet, um die unter so schlechten Verhältnissen zu ermöglichenden Ernten zu erzeugen. Erst durch Herstellung besserer Verhältnisse, wie man sie durch Bewässerung oder Entwässerung, durch Tiefkultur, besseres Pflügen, Eggen, Behacken, durch Mergelung, Humusbereicherung 2c. erzielen kann, werden Bedingungen geschaffen, unter welchen die Pflanzen zu einer so üppigen Entwickelung angeregt werden, daß der Nährstoffvorrat des Bodens nicht mehr reicht, um die nun erzielbaren Erntemassen zu erzeugen.

Der tiefgründige, wohlbearbeitete, humusreiche, in guter Kultur befindliche und klimatisch begünstigte mittlere Lehmboden bietet die relativ größte Gewähr für eine sichere Wirkung der Handelsdünger, und jedes Mittel, welches zur Verbesserung der Bodeneigenschaften beiträgt, fördert den Erfolg der Düngung. Je günstiger die außer Stickstoff, Phosphorsäure und Kali in Betracht kommenden Bedingungen der Pflanzenproduktion sich gestalten, um so schneller wird ein Verbrauch, um so früher ein Hunger nach Nährstoffen eintreten, und um so eher wird man es wagen dürfen, den Kulturpflanzen sogar noch mehr Nährstoffe zuzuführen, als ihrem eigentlichen Bedürfnis, ihrem Hunger, entspricht. Man wird die Kulturpflanzen gleichsam „mästen“ können.

Bei intensiv betriebener Viehfütterung geht man ja auch weiter, als dem eigentlichen Bedürfnis der Tiere ent-

spricht. Käme es nur darauf an, ihren Hunger zu stillen, so könnte man gar oft an Futter sparen. Aber man bezweckt mehr, man bezweckt eine Intensität der Futterumwandlung im Tierorganismus, eine Produktion von Milch, von Fleisch und Fett, welche erheblich größer ist, als dem eigentlichen Futterbedürfnis der Tiere entspricht, und welche nur dadurch erzielt werden kann, daß man die Nährstoffaufnahme durch Angebot besonders schmackhafter, leicht verdaulicher und konzentrierter Futtermittel zu steigern sucht.

Ebenso aber geht es bei der Pflanzenproduktion. Wo die Verhältnisse günstig liegen, da wird man Pflanzenvarietäten von hervorragender Produktionsfähigkeit, gleichsam von großer „Mastfähigkeit" bauen, und man wird die Pflanzen durch ein reichliches Angebot leichtlöslicher und schnellwirkender Düngemittel zu einer Nährstoffaufnahme und Nährstoffumwandlung anzuregen suchen, die intensiver ist, als ihrer normalen Entwickelung entspricht.

In weitestgehendem Maße ist dies, wie gesagt, unter verhältnismäßig günstigen Bedingungen auf sogenannten „besseren" Bodenarten möglich, doch würde es ein schwerwiegender Irrtum sein, wenn man glauben wollte, die künstlichen Düngemittel seien überhaupt nur auf besseren Böden mit Vorteil zu verwenden. Das ist durchaus nicht der Fall. Ebenso große, unter Umständen sogar noch größere Erfolge lassen sich durch Anwendung künstlicher Düngemittel auch auf den geringeren, auch auf vernach-

lässigten und ausgeraubten Böden erzielen. Es muß in letzteren Fällen die Anwendung der Düngemittel nur mit mehr Vorsicht und Verständnis geschehen, denn sie fordert eine weit größere Rücksichtnahme auf die speciell vorliegenden Verhältnisse und schließt meist ein größeres Risiko in sich, als es auf den besser beschaffenen Böden der Fall ist.

Insbesondere ist es die Stickstoffdüngung, die auf Böden von extremer Beschaffenheit mehr Vorsicht beansprucht, als auf den mittleren Bodenarten. Mit der Gefahr der Stickstoffverdrängung durch anhaltende Regengüsse hat man auf sehr durchlässigen Böden, mit leicht eintretender Verhärtung und Krustenbildung nach Salpeterdüngung auf sehr schweren Böden zu rechnen. Ferner läßt ein sehr leichter Boden die Pflanzen im Hochsommer oft dursten und macht sie unfähig zur Verarbeitung großer Stickstoffmengen, weshalb man bei solchen Böden mehr die Winterfrüchte zur Anwendung künstlicher Düngemittel benutzen und die Hauptenährung der Sommerfrüchte auf ein möglichst frühes Entwickelungsstadium legen muß. Bietet der Boden ungünstige physikalische Verhältnisse, so wird er, wie oben hervorgehoben, geringere Gewähr für eine befriedigende Wirkung der Handelsdünger bieten, doch ist man anderseits auch wieder imstande, den ungünstigen Bodeneigenschaften durch Anwendung künstlicher Düngemittel entgegen zu wirken und sie weniger fühlbar für die Pflanzenentwickelung zu machen. Intensivere Ernährung der Pflanze in ihrer ersten Jugend bewirkt einen größeren Tiefgang der

Wurzeln, wodurch dem Wassermangel vorgebeugt wird, ferner eine frühzeitige Beschattung des Bodens, wodurch der Krustenbildung entgegengewirkt wird, ferner eine schnellere und kräftigere Entwickelung der Pflanze, wodurch die Gefahren vermindert werden, die in ober- und unterirdischen Feinden, in der Ungunst der Witterung, in Pilzkrankheiten rc. der Vegetation drohen, und welche auf einem physikalisch ungünstig beschaffenen Boden bekanntlich weit größer sind, als auf besseren Böden. Ist es ferner zwar richtig, daß ein in gutem Kultur- und Düngungszustande befindlicher Boden die Wirkung der künstlichen Düngemittel mehr sichert, als ein vernachlässigter und abgewirtschafteter, so ist andererseits doch auch hervorzuheben, daß eine vorsichtige und rationelle Anwendung der Handelsdünger gerade auf einem abgewirtschafteten Boden oft höchst wertvolle Dienste leistet. Allgemein bekannt ist ja, daß eine Stallmistdüngung auf solchen Böden zunächst von sehr geringer Wirkung ist; erst nach einer Reihe von Jahren und durch wiederholte starke Düngungen ist die Fruchtbarkeit des Bodens wieder herzustellen. Durch Zuhilfenahme von künstlichen Düngemitteln aber ist man in der Lage, den Boden sofort wieder in hohe Ertragsfähigkeit zu bringen und ihn so lange darin zu erhalten, bis die Stallmistdüngungen zu ausgiebiger Wirkung kommen und sie den durch Raubbau aufgezehrten Bodenreichtum wieder zur Ansammlung gebracht haben.

Aus diesen kurzen Andeutungen wird man ersehen, daß die künstlichen Düngemittel nicht nur auf den besseren

Bodenarten, sondern auch auf den geringeren anwendbar sind, und daß sie dem erfahrenen, einsichtsvollen und umsichtigen Landwirt wohl überall — sein Boden mag beschaffen sein, wie er will — höchst wertvolle Dienste zu leisten vermögen.

Soll ich die Bedeutung der künstlichen Düngemittel ganz kurz zusammenfassen, so sage ich das Folgende.

1. Die Handelsdünger setzen den intensiv wirtschaftenden Landwirt in den Stand, die Kulturpflanzen, selbst die nährstoffbedürftigsten bezw. leistungsfähigsten Varietäten derselben, auf das höchste Maß ihrer Entwickelung zu bringen, Ertragssteigerungen zu bewirken, wie sie durch reine Stallmistwirtschaft nicht erzielbar sind, und sie setzen ihn in den Stand, den Boden stark angreifende Pflanzen in relativ kurzen Unterbrechungen auf dem gleichen Acker wiederkehren zu lassen, ohne daß die Erträge abnehmen und eine Erschöpfung des Bodens zu bemerken ist.

2. Die Handelsdünger machen es möglich, die Ernährung der Kulturpflanzen den besonderen Verhältnissen des Bodens, des Klimas und der Witterung dermaßen anzupassen, daß die günstigen Einflüsse dieser Verhältnisse ausgenutzt, die ungünstigen abgeschwächt oder beseitigt werden.

3. Die Handelsdünger setzen den Landwirt in den Stand, die ihm zur Verfügung stehenden Bodenflächen zur Einsammlung von atmosphärischem Stickstoff möglichst ergiebig auszunutzen. Phosphate und Kalisalze geben den

Lupinen, dem Klee, den Wicken, Erbsen, Serradella ꝛc. die Fähigkeit, große Mengen von Stickstoff der atmosphärischen Luft zu entnehmen und mit diesem wichtigen und wertvollsten aller Düngstoffe die Wirtschaft zu bereichern, das Düngerkapital zu vermehren und die extensive Produktion in eine intensive umzuwandeln, wodurch der Bodenwert gesteigert und die Rente erhöht wird.

Mit welchen Nährstoffen und mit welchen Mengen derselben ist ein bestimmter Boden zu düngen?

Die Beantwortung dieser Frage macht einige Schwierigkeit. Ob es im gegebenen Fall überhaupt möglich ist, durch Anwendung von Handelsdüngern eine Ertragssteigerung zu erzielen, das ist nicht so schwer zu ermitteln. Gar oft sieht man es den Pflanzen schon an, ob sie Hunger leiden oder nicht; ihre blasse Farbe verrät, daß der Stickstoff nicht reicht, oder ein rötlich-brauner Ton im Grün der Blätter zeigt, daß die Trägheit, mit welcher die Pflanze trotz Sonnenschein und Regen in ihrer Entwickelung fortschreitet, die Folge ungenügender Ernährung mit Phosphorsäure ist. Auch durch ganz einfache Versuche läßt sich ja leicht prüfen, ob der Boden empfänglich oder unempfänglich für Düngungen ist, und selbst eine annähernde Schätzung der Größe solcher Wirkung macht dem geübten Auge des Praktikers keine Schwierigkeit. Die Frage aber: welche Nährstoffe sind nötig, welche dagegen überflüssig, und wieviel ist von jedem derselben im bestimmten Fall zu geben, um den höchstmöglichen Reingewinn zu erzielen, ist nicht so

leicht zu beantworten. An einem Beispiel will ich die Frage klar zu stellen versuchen.

Gesetzt, die außer der Düngung in Betracht kommenden Verhältnisse eines Weizenackers seien derart, daß durch Nährstoffzufuhr eine Ertragssteigerung um 1000 kg Körner möglich ist. Wie ist nun der Acker zu düngen? In 1000 kg Weizenkörner mit entsprechendem Stroh sind rund enthalten:

15 kg Phosphorsäure,
16 „ Kali,
35 „ Stickstoff.

Werden wir nun den gewünschten Mehrertrag erhalten, wenn wir diese Nährstoffmengen in den Boden bringen? Nein, denn mit der größeren Produktion an oberirdischer Substanz bilden sich auch mehr Wurzeln, und auch diese haben Nährstoffe nötig. Dazu kommt, daß der Boden nicht sogleich die ganze Nährstoffmenge, welche er empfangen hat, an die Pflanzen abgiebt, er hält bald mehr, bald weniger davon zurück für die nachfolgenden Kulturen. Wir müssen also erheblich mehr in den Boden bringen, und ich will annehmen, es seien gegeben worden:

90 kg Phosphorsäure,
30 „ Kali,
50 „ Stickstoff.

Werden wir jetzt auf einen Mehrertrag von 1000 kg Körner und ca. 1500 kg Stroh rechnen können? Ja. Aber ist man gewiß, daß die verwendete Düngung die un-

bedingt richtigste gewesen ist? Nein. Und weshalb nicht? Weil wir mit dem einen oder dem andern der genannten Nährstoffe vielleicht Verschwendung getrieben haben! Unsere Aufgabe ist ja, den Mehrertrag von 1000 kg Körner unter Aufwendung der geringstmöglichen Kosten zu erzielen; denn es kommt uns nicht auf die Höhe des Rohertrages, sondern auf die des Reingewinnes an. Wir müssen uns demnach die Fragen vorlegen: Hat es dem Boden thatsächlich an allen drei Nährstoffen und an den angegebenen Mengen derselben gefehlt? Oder ist es möglich, daß wir anstatt der 90 kg schon mit etwa 50 kg Phosphorsäure hätten auskommen können, indem der Boden vielleicht aus früheren Düngungen noch Phosphorsäure enthielt? Oder ist es möglich, daß wir die Kalidüngung etwa ganz hätten sparen können, indem der Boden vielleicht von Natur so reich an Kali ist, daß er der Zufuhr von Kalisalzen noch nicht bedarf? Oder aber, wenn wirklich 90 kg Phosphorsäure und 30 kg Kali notwendig waren, um den gewünschten Mehrertrag zu erzielen — ist es dann nicht möglich, daß wir an der teuren Stickstoffdüngung hätten sparen können; ist es nicht möglich, daß der Boden vorzugsweise nur an Phosphorsäure und Kali ausgeraubt gewesen ist und infolge großen Humusgehalts oder stickstoffreicher Wurzelreste von Erbsen, Wicken, Klee, Lupinen &c. einen Überschuß an Stickstoff enthielt? In der That, dies alles ist ja möglich; wir haben vielleicht große Verschwendung getrieben und hätten die Düngung erheblich

billiger einrichten können, ohne einen geringeren Ertrag zu erhalten! Wir müssen, um die richtigste und vorteilhafteste Düngung zu finden, nicht nur das Bedürfnis der zu bauenden Kulturpflanze, sondern auch den „Düngungszustand“, den Nährstoffvorrat bezw. das Düngebedürfnis des betreffenden Bodens kennen, und wir fragen daher:

Wie ist das Düngebedürfnis eines Bodens festzustellen?

Wie ist festzustellen, ob ein bestimmter Boden arm oder reich an Nährstoffen ist, ob er einer starken oder einer schwachen Düngung mit Stickstoff, Phosphorsäure oder Kali bedarf? Die Antwort lautet kurzweg: durch den Düngungsversuch. Bis zum Überdruß hat man dargelegt, daß die genannte Frage nicht durch die chemische Analyse zu lösen sei, sie müsse vielmehr direkt an den Boden gerichtet werden, der Landwirt müsse seinen Acker oder seine Wiese in eine Anzahl $^1/_2$—1 Morgen großer Parzellen teilen, den Parzellen verschieden zusammengesetzte Düngungen geben, den Erfolg der Düngungen feststellen und auf solche Art Aufschluß über das Düngebedürfnis des betr. Bodens suchen. Aber pflegt der Landwirt dies zu thun? Nein! Nur in sehr seltenen Fällen hat man sich entschlossen, Düngungsversuche auszuführen, und wo man es gethan hat, da ist man der Sache bald müde geworden. Die Arbeit ist zu

groß und der Erfolg zu gering gewesen. Ungleichmäßigkeiten des Bodens, Wildschaden und Vogelfraß, Insekten und Pilze, Dürre und Nässe, Lagerfrucht und Hagelschaden, Körnerausfall und sonstige Zufälligkeiten und Unregelmäßigkeiten haben die Ergebnisse meist so ungenau und unsicher gemacht, daß sie eher zu Fehlschlüssen als zu einer wahrheitsgetreuen Beantwortung der gestellten Fragen geführt haben. Und dazu kommt, daß alle Versuchsarbeiten in die Zeit fallen, in welcher es ganz besonders schwierig ist, die notwendigen Kräfte dafür bereit zu stellen.

Dies erwägend, hat man wieder und immer wieder versucht, dem Praktiker die Arbeit zu erleichtern oder ganz abzunehmen; man hat aufs neue und nach verschiedenen Richtungen hin die Frage geprüft:

Ist die chemische Analyse imstande, das Düngebedürfnis eines Bodens zu ermitteln?

Es ist bekannt, daß der Gehalt eines Bodens an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali ohne Schwierigkeit durch die chemische Analyse festgestellt werden kann. Acker- und Wiesenböden, welche wir untersucht haben und welche von uns zu Düngungsversuchen benutzt worden sind, enthielten im Doppelcentner beispielsweise zwischen 40 und 500 g der einzelnen Nährstoffe. Nun aber frage ich: Ist aus solchen Zahlen ein Schluß auf das Düngebedürfnis der betreffenden Böden zu ziehen? Die Antwort lautet: Ja. Denn wenn beispielsweise ein Ackerboden

nur 40 g Phosphorsäure im Doppelcentner enthält, so kann man mit vollkommener Bestimmtheit sagen, daß er düngebedürftig für Phosphorsäure ist. Und mit der gleichen Bestimmtheit kann man sagen, daß ein Boden, der 400 oder gar 500 g Phosphorsäure im Doppelcentner enthält, ausnehmend reich an Phosphorsäure ist, so reich, daß er selbst Jahrzehnte lang eine Beraubung an Phosphorsäure vertragen kann, ohne daß seine Fruchtbarkeit, soweit sie eine Versorgung der Pflanze mit Phosphorsäure betrifft, darunter leidet.

Wie nun aber, wenn ein Boden vorkommt, der etwa 100 oder 150 g Phosphorsäure im Doppelcentner enthält, können wir auch dann ein bestimmtes Urteil über das Düngebedürfnis desselben fällen? Nein. Ich will an einem Beispiel zeigen, daß das nicht geht. Wir führten Feldversuche auf einem Lehmboden und einem Sandboden aus. Der Lehmboden enthielt 158 g, der Sandboden nur 91 g Phosphorsäure im Doppelcentner. Nach einer „Volldüngung“ von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff wurde auf dem Lehmboden ein Ertrag von 40,5 D.-Ctr. Haferkörner erhalten. Fehlte an der Düngung die Phosphorsäure, so sank der Ertrag auf 34,9 D.-Ctr. Nach der gleichen „Volldüngung“ wurden auf dem Sandboden 38,0 D.-Ctr. Haferkörner erhalten; fehlte an der Düngung die Phosphorsäure, so sank der Ertrag nicht. Der phosphorsäurereichere Lehmboden also bedurfte einer Phosphorsäuredüngung, um den Höchstertrag zu erbringen; der phosphorsäureärmere

Sandboden dagegen lieferte schon durch phosphorsäurefreie Düngung einen Ertrag von 80 D.-Ctr. Haferkörner, und eine Phosphorsäuredüngung war nicht imstande, eine weitere Ertragssteigerung zu bewirken. Der phosphorsäurereichere Boden war düngebedürftig für Phosphorsäure, der phosphorsäureärmere Boden bedurfte der Phosphorsäuredüngung nicht. Was lehrt uns dieser Versuch? Doch gewiß nichts anderes, als daß es nicht nur auf den Gesamtgehalt des Bodens an Phosphorsäure, sondern sehr wesentlich auch auf den Löslichkeitsgrad derselben, auf den Grad der Aufnehmbarkeit, ankommt.

Wir haben es hier mit den gleichen Verhältnissen zu thun, wie bei der Thomasschlacke. Zwei Thomasmehle ungleicher Herkunft, welche beide genau die gleiche Menge Phosphorsäure enthalten, können in ihrem Düngewert doch ungemein verschieden sein. Das eine Thomasmehl kann zu 100%, das andere nur zu 50% leichtlöslich sein, das eine kann doppelt so schnell wirken als das andere. Und so ist es auch mit den Bodenphosphaten. Der Gehalt des Bodens an Gesamtphosphorsäure ist nicht maßgebend, es kommt wesentlich mit auf den Löslichkeitsgrad der Bodenphosphate an.

Daß dies wirklich der Fall ist, daß die Phosphate des Bodens thatsächlich einen sehr verschiedenen Löslichkeitsgrad aufweisen, will ich an einer Reihe von Versuchen, welche wir ausführten, zeigen.

Wir füllten Vegetationsgefäße, welche ca. 6 kg Erde faßten, mit 14 verschiedenen Böden, die der Krume von Äckern und Wiesen entnommen waren. Die Gefäße wurden

mit so viel Kali und Stickstoff gedüngt, als zur Erzeugung einer Maximalernte erforderlich war; sie wurden darauf mit Hafer bepflanzt, der Hafer wurde reif geerntet, das Erntegewicht bestimmt und in Stroh und Körnern der Phosphorsäuregehalt ermittelt. Auf diese Weise erfuhren wir, wieviel Phosphorsäure die verschiedenen Böden, deren Gesamtgehalt an Phosphorsäure analytisch festgestellt war, an die Haferpflanze abzugeben vermochten. Bezeichnen wir diese Phosphorsäure als „löslich“, so ergab sich bei unsern Versuchen, daß die verschiedenen Böden auf je 100 Teile Gesamt-Phosphorsäure die folgenden Mengen löslicher Phosphorsäure enthielten, oder daß die prozentische „Löslichkeit“ der Boden-Phosphorsäure die folgende war:

	Löslichkeit der Boden-Phosphorsäure %	Setzt man die Löslichkeit der Phosphorsäure des Bodens Nr. 1 = 100, so berechnen sich für die Löslichkeit der Phosphorsäure der übrigen Böden die folgenden Zahlen:
bei Boden Nr. 1	3,4	100
„ „ „ 2	3,1	91
„ „ „ 3	2,7	79
„ „ „ 4	2,6	76
„ „ „ 5	2,5	74
„ „ „ 6	2,4	71
„ „ „ 7	1,9	56
„ „ „ 8	1,8	53
„ „ „ 9	1,7	50
„ „ „ 10	1,5	44
„ „ „ 11	1,4	41
„ „ „ 12	1,2	35
„ „ „ 13	1,1	32
„ „ „ 14	0,7	21

Das sind große Unterschiede. Die Löslichkeit der Bodenphosphorsäure schwankte zwischen 0,7 % und 3,4 % und die relative Löslichkeit sank bis auf 20 herab, wenn man diejenige der leichtest löslichen Phosphorsäure = 100 setzt!

Es ist also klar: Die chemische Analyse ist in nur seltenen Fällen ausreichend, ein Urteil über das Düngebedürfnis des Bodens zu geben; nur in extremen Fällen, nur bei ausnehmend hohem oder ausnehmend geringem Nährstoffgehalt des Bodens kann man auf Grund der Ergebnisse einer chemischen Analyse genügend sicher über die Frage urteilen, ob und in welchem Maße der Boden düngebedürftig ist oder nicht. In normalen Fällen, also bei mittlerem Nährstoffgehalt läßt die Analyse im Stich, weil hier der Löslichkeitsgrad der Nährstoffe den Ausschlag giebt. Wir haben demnach die Frage zu prüfen:

Wie läßt sich der Löslichkeitsgrad der Bodennährstoffe feststellen?

Der Vegetationsversuch, so haben wir gesehen, ist hierzu geeignet. Durch den Vegetationsversuch läßt sich ermitteln, wieviel Kali, Phosphorsäure oder Stickstoff ein Boden an die Pflanzen abzugeben vermag, und wenn wir festgestellt haben, daß unter den für die Versuche gewählten Verhältnissen der eine Boden vom Doppelcentner etwa 1/2 g, der andere 1 g, der dritte 2 g Phosphorsäure an die Pflanze abgiebt, so ist es gewiß, daß diese Zahlen sehr wertvolle Anhaltspunkte für die Beurteilung des Dünge-

bedürfnisses des Bodens bieten. Aber ich frage: Giebt es nicht einen noch viel einfacheren Weg, den Löslichkeitsgrad der Bodennährstoffe festzustellen, als den immerhin recht umständlichen Vegetationsversuch? Haben wir doch beispielsweise für die Thomasschlacke ein chemisch-analytisches Mittel gefunden, den Löslichkeitsgrad derselben festzustellen. Was hindert uns, nach genau der gleichen, sehr einfachen und schnell ausführbaren Methode auch den Löslichkeitsgrad der Bodenphosphate zu ermitteln? Durch den Vegetationsversuch hatten wir gefunden, daß das eine Thomasmehl 90%, das andere 80%, das dritte 70% seiner Phosphorsäure an die Pflanzen abgab, und nachdem wir das gefunden hatten, suchten wir ein chemisches Mittel, ein chemisches Reagens, welches in annähernd dem gleichen Verhältnis die Phosphorsäure der Thomasmehle löste, als sie beim Vegetationsversuch durch die Pflanzen aufgenommen war. In einer Lösung von 20 g Citronensäure auf 1 l Wasser fanden wir ein solches Reagens, und wenn uns jetzt ein Thomasmehl von unbekanntem Löslichkeitsgrad in die Hände kommt, so stellen wir nicht erst einen Vegetationsversuch mit demselben an, der sechs Monate dauert, sondern wir behandeln es einfach mit Citronensäurelösung und in einigen Stunden ist der relative Wert des fraglichen Thomasmehles mit genügender Zuverlässigkeit festgestellt. Was hindert uns nun, mit den Bodenphosphaten genau so zu verfahren, wie mit dem Thomasmehl? Was hindert uns, auch die Bodenphosphate bezw. die in Frage kommenden Proben von

Kulturböden mit 2%iger Citronensäure oder, wenn es damit nicht geht, mit einem anderen geeigneten Lösungsmittel zu behandeln und innerhalb weniger Stunden festzustellen, was der Vegetationsversuch erst in sechs Monaten ergiebt?

In der That, in Halle und auch in Darmstadt hat man sich seit einer Reihe von Jahren bemüht, auf diesem Wege zum Ziele zu kommen. Wir haben uns bemüht, ein analytisches Verfahren zu finden, welches in den gleichen quantitativen Verhältnissen die Phosphorsäure aus den Bodenphosphaten herauslöst, wie die in dem betreffenden Boden vegetierenden Kulturpflanzen es thun; wir sind aber leider zu dem Ergebnis gekommen, daß große Schwierigkeiten sich dieser Aufgabe entgegen stellen, Schwierigkeiten, wie sie bei der Prüfung der Thomasmehle nicht bestehen, bezw. leicht überwunden werden können.

Die Hauptschwierigkeit liegt in den folgenden zwei Punkten. Zunächst ist der Umstand störend, daß die Kulturböden kohlensauren Kalk und zwar wechselnde Mengen desselben enthalten. Wenn wir eine Probe des Bodens mit Citronensäurelösung übergießen, um die darin lösliche Phosphorsäure zu ermitteln, so werden wir ein vollkommen richtiges Resultat erhalten, sobald der Boden frei ist von kohlensaurem Kalk. Enthält er aber kohlensauren Kalk — und das ist ja in der Regel der Fall —, so wird der Befund unrichtig sein, denn wir finden alsdann nicht diejenige Menge von Phosphorsäure, welche sich bei der Behandlung des Bodens mit 2%iger Citronensäure auf-

löst, sondern diejenige Menge, welche sich bei der Behandlung mit mehr oder weniger geschwächter Citronensäure löst. Der kohlensaure Kalk schwächt die Lösung, er entsäuert sie, er nimmt die Citronensäure ganz oder zum Teil fort und dadurch entsteht ein unrichtiges Resultat. Denken wir uns zwei Böden, deren Phosphate thatsächlich etwa 2 % in Citronensäure löslicher Phosphorsäure enthalten. Der eine Boden enthält — so wollen wir annehmen — so gut wie gar keinen kohlensauren Kalk. Behandeln wir diesen mit Citronensäure, so finden wir, daß sich 2 % Phosphorsäure lösen. Der andere aber sei reich an kohlensaurem Kalk. Behandeln wir diesen mit Citronensäure, so finden wir, daß sich so gut wie gar keine Phosphorsäure löst, weil eben der kohlensaure Kalk des Bodens die Citronensäure an sich genommen und eine Flüssigkeit hinterlassen hat, die auf die Bodenphosphate keine Wirkung äußert.

Aber noch eine zweite Schwierigkeit liegt vor. Es handelt sich bei Feststellung des Gehaltes eines Bodens an löslicher, d. h. für die Pflanzen zur Verfügung stehender Phosphorsäure um nur sehr geringe Mengen, um Mengen, die unter Umständen so gering sind, daß sie durch die chemische Analyse überhaupt nicht mehr bestimmt werden können, während ihre düngende Wirkung noch auf das deutlichste hervortritt. Die Pflanze bietet ein viel schärferes Reagens auf lösliche Phosphorsäure im Boden, als die analytische Chemie es besitzt. Bringt man etwa 6 kg eines phosphorsäurearmen Bodens in ein Vegetationsgefäß, stellt

man daneben ein zweites auf mit ebenfalls 6 kg des gleichen Bodens, welchem aber 0,1 g lösliche Phosphorsäure beigemengt ist, und baut man in beiden Gefäßen Hafer, so wird man finden, daß in dem gedüngten Gefäß der Hafer viel üppiger sich entwickelt, als in dem nicht gedüngten. Man wird finden, daß die Düngung von nur 0,1 g Phosphorsäure einen Mehrertrag von etwa 25 g Erntesubstanz hervorbringt, während kein Chemiker imstande ist, nachzuweisen, daß der eine Boden 0,1 g lösliche Phosphorsäure in 6 kg Erde mehr enthält als der andere.

Also wir sehen: Die Feststellung des Löslichkeitsgrades der Bodennährstoffe durch chemisch-analytische Prüfungen bietet große Schwierigkeit, und es ist wenig Aussicht vorhanden, daß weiter in dieser Richtung unternommene Forschungen einen befriedigenden Erfolg haben.

Aber es bleibt noch ein anderer Weg zu prüfen. Ich frage:

Läßt sich etwa aus dem prozentischen Nährstoffgehalt der Erntesubstanz ein Schluß ziehen auf den Gehalt des betr. Bodens an löslichen Pflanzennährstoffen?

Man hat gesagt: Ein nach Phosphorsäure hungernder Boden liefert phosphorsäurehungrige Pflanzen, d. h. Pflanzen mit geringem Phosphorsäuregehalt, ein mit Phosphorsäure gesättigter dagegen Pflanzen, die mit Phosphorsäure gesättigt sind, also Pflanzen mit hohem Phosphorsäuregehalt. Man wird also aus der Analyse der gewonnenen Ernte-

substanz einen Schluß ziehen können auf das Düngebedürfnis des Bodens.

Ist das richtig? Ja. Aber auch hier gilt zunächst das, was bezüglich der Anwendbarkeit der Bodenanalyse gesagt ist: Nur in extremen Fällen wird man zu brauchbaren Anhaltspunkten gelangen, und auch in solchen nur dann, wenn man vorsichtig und mit Kritik die Resultate beurteilt.

Auf einer ungedüngten, sehr ertragarmen und sehr hungrigen Wiese ernteten wir beispielsweise ein Heu, welches nur 0,2% Phosphorsäure und nur 0,8% Kali enthielt, während wir auf der gleichen Wiese bei reichlicher Düngung ein Heu mit nicht weniger als 0,9% Phosphorsäure und 2,6% Kali erhielten, und mit Bestimmtheit läßt sich behaupten, daß eine Wiese, die ein Heu liefert, welches den angegebenen niedrigen Gehalt an Phosphorsäure und Kali aufweist, düngebedürftig ist, während mit der gleichen Bestimmtheit der Schluß gezogen werden kann, daß die Wiesenpflanzen sehr reichlich mit Kali und Phosphorsäure versorgt gewesen sind, wenn ihr Gehalt den obigen hohen Zahlen entspricht. Ebenso haben wir gefunden, daß beispielsweise der Gehalt des Haferstrohes

zwischen 0,1 und 0,6% Phosphorsäure,
„ 0,9 „ 2,7 „ Kali,
„ 0,4 „ 1,0 „ Stickstoff

schwankte, und ich werde demnächst eine größere Reihe von Analysen veröffentlichen, welche erkennen lassen, bis zu welcher Höhe der prozentische Nährstoffgehalt der Ernte-

produkte ansteigt, wenn die Pflanzen reichlich ernährt werden, und wie weit er sinkt, wenn die Pflanzen hungern. Es ist unzweifelhaft, daß solche Grenzwerte dienlich sein können, um aus der Analyse von Erntesubstanzen, besonders von Stroh und Blättern, Schlüsse auf das Düngebedürfnis des betr. Bodens zu ziehen; allein, ich warne davor, den Wert und die Zuverlässigkeit solcher Methode zu überschätzen.

Zunächst hebe ich hervor, daß nur bei ausnehmend großer Armut oder ausnehmend großem Reichtum des Bodens an Nährstoffen überhaupt größere Unterschiede im prozentischen Gehalt der Erntesubstanz auftreten, woraus folgt, daß auch nur bei ausnehmend hohem oder ausnehmend geringem Gehalt der Erntesubstanz ein Rückschluß auf den Düngungszustand des Bodens gezogen werden kann. Die weitaus meisten praktisch vorkommenden Fälle aber sind nicht die extremen, sondern die mittleren.

Sodann ist zu bemerken, daß man auch hier vor Fehlschlüssen sich hüten muß. Es kann beispielsweise vorkommen, daß ein an löslicher Phosphorsäure armer Boden eine prozentisch reichere Erntesubstanz liefert, als ein an löslicher Phosphorsäure reicherer. Ich will von vielen Beispielen, die dies zeigen können, hier nur das folgende vorführen. Bei Feldversuchen mit Winterroggen erhielten wir auf der ungedüngten Parzelle ein Stroh mit 0,194 % Phosphorsäure, auf der mit 300 kg Superphosphat und 200 kg Salpeter pro Hektar gedüngten Parzelle dagegen ein Stroh mit nur 0,168 %

Phosphorsäure. Wie ist dies seltsame Ergebnis zu erklären? Wie ist es möglich, daß der mit Superphosphat gedüngte Boden ein prozentisch phosphorsäureärmeres Stroh geliefert hat, als der ungedüngte? Das ist sehr einfach. Auf der ungedüngten Parzelle nahmen die Pflanzen die Phosphorsäure, die der Boden ihnen bot, auf, aber sie konnten nicht viel damit anfangen, weil es an Stickstoff fehlte; die Phosphorsäure lagerte sich ab, reicherte die Halme und Blätter an und es wurde ein prozentisch phosphorsäurereiches Stroh geerntet. Auf dem gedüngten Boden dagegen fehlte es nicht an Stickstoff, der zugeführte Salpeterstickstoff setzte die Pflanzen in den Stand, nicht nur die aus dem Boden erhaltene, sondern auch noch die aus der Superphosphatdüngung aufgenommene Phosphorsäure zu Pflanzensubstanz zu verarbeiten und den erheblichen Mehrertrag von 2550 kg Stroh + Körner vom Hektar zu produzieren. Die Phosphorsäure lagerte sich hier nicht ab, sie reicherte die Blätter und Halme nicht an, sondern sie wurde zu Erntesubstanz verarbeitet, und so kam es, daß nach Phosphorsäuredüngung ein prozentisch phosphorsäureärmeres Stroh geerntet wurde, als auf dem ungedüngten Boden.

Das ist ein Beispiel, welches wohl deutlich zeigt, wie vorsichtig man urteilen muß, wenn man aus dem prozentischen Gehalt der Erntesubstanz einen Schluß ziehen will auf den Gehalt des Bodens an löslichen Nährstoffen, und ich werde demnächst eingehender über unsere diesbezüglichen Forschungen

berichten. Ich habe hier nur kurz zeigen wollen, daß die chemische Untersuchung des Bodens auf seinen Gehalt an Pflanzennährstoffen, sowie die chemisch-analytische Ermittelung des Bodengehaltes an löslichen Nährstoffen, sowie endlich die Ermittelung des prozentischen Gehaltes der gewonnenen Erntesubstanz, insbesondere des Strohes und der Blätter, an Phosphorsäure, Kali und Stickstoff zwar wertvolle Anhaltspunkte bieten kann zur Beurteilung des Düngebedürfnisses eines Bodens, daß man dabei aber äußerst vorsichtig und kritisch verfahren muß, um vor Fehlschlüssen sich zu bewahren. Der chemisch-analytische, also der indirekte Weg zur Ermittelung des Düngebedürfnisses eines Bodens bedarf jedenfalls noch einer weiteren Ausbildung, um hinreichend zuverlässige Anhaltspunkte gewinnen zu lassen. Der umständlichere direkte Weg, der im Düngungsversuch uns geboten ist, führt z. Zt. immer noch am sichersten zum Ziel. Wir haben uns daher ihm wieder zuzuwenden und zunächst zu prüfen, ob wir für den Gefäßversuch oder für den Feldversuch uns entscheiden sollen.

Die Ermittelung des Düngebedürfnisses eines Bodens durch den Gefäß- und Feldversuch.

Auf Seite 21 findet sich eine mit 14 verschiedenen Böden von uns ausgeführte Reihe von Gefäßversuchen mitgeteilt, welche prüfen sollte, wieviel Phosphorsäure die verschiedenen Bodenarten an die Haferpflanze abgeben konnten. Wir fanden, daß beispielsweise:

Boden A	12 g	Phosphorsäure aus je 1000 kg Boden den Pflanzen lieferte.
„ B	25 „	
„ C	33 „	
„ D	55 „	

Diese Ergebnisse zeigen, wie ungleich die Mengen von Phosphorsäure sein können, welche die verschiedenen Böden unter sonst gleichen Verhältnissen den Pflanzen liefern. Nun aber frage ich: Kann aus der Thatsache, daß beim Gefäßversuch der Boden A 12 g, der Boden B 25 g Phosphorsäure an die Haferpflanze giebt — was auf den Hektar, bis zur Tiefe von 1/3 m gerechnet, ca. 60 kg Phosphorsäure für den Boden A und 145 kg Phosphorsäure für den Boden B ausmacht, — der Schluß gezogen werden, daß auf eine gleich große Phosphorsäureabgabe auch bei der Feldkultur des Hafers gerechnet werden darf? Diese Frage ist aus folgendem Grunde mit nein zu beantworten. Beim Gefäßversuch ist infolge der gleichmäßig günstigen Feuchtigkeitsverhältnisse, der besseren Belichtung und der vollkommneren Lockerung des Bodens die Entwickelung der ober- und unterirdischen Organe der Pflanze eine erheblich üppigere, und die Wurzelfasern treten in viel umfangreichere Berührung mit den Bodenphosphaten, als auf der gleich großen Fläche des feldmäßig bestellten Ackers. Daraus folgt, daß auch die Aufnahme von Phosphorsäure aus dem Boden beim Gefäßversuch eine größere ist, als auf der gleich großen Ackerfläche. Das beim Gefäßversuch ermittelte Resultat kann also nicht direkt auf den Acker übertragen werden;

aber es fragt sich, ob nicht relativ das beim Gefäßversuch erhaltene Ergebnis auch für den Acker gilt. Hat der Boden A beim Gefäßversuch 50 Teile, der Boden B 100 Teile Phosphorsäure den Pflanzen geliefert, so wird das gleiche Verhältnis auch auf dem Acker wiederkehren müssen. Liefert der Boden A, auf ein Hektar Ackerfläche gerechnet, etwa 20 kg Phosphorsäure an die Pflanzen, so wird der Boden B 40 kg liefern.

Ist diese Annahme richtig? Ja und auch nein! Jedenfalls ist hier wieder die größte Vorsicht geboten, denn ich bemerke, daß jene Annahme nur unter einer bestimmten Voraussetzung richtig sein kann, unter der Voraussetzung nämlich, daß die Bedingungen für die Wurzelentwickelung auf den Äckern A und B keine größeren Unterschiede aufweisen, als solche beim Gefäßversuch vorhanden waren. Dies aber müssen wir näher prüfen. Der Boden A war in unserm Beispiel ein Sandboden, der Boden B ein Lehmboden. Beide Böden waren in bestgelockertem Zustande in die Gefäße gebracht. Jedes Gefäß hatte die gleiche Höhe und in jedes derselben war die gleiche Anzahl Samenkörner gesät worden; also auch die Pflanzenweite war bei A und B die gleiche. War aber dies auch auf den betreffenden Äckern der Fall? Nein! Den Sandboden hatte man tief, den Lehmboden flach gepflügt; der Sandboden war tief und gleichmäßig, der Lehmboden flach und weniger gleichmäßig gelockert; dem Sandboden hatte man eine starke, dem Lehmboden eine schwächere Einsaat ge-

geben; kurz — der Unterschied in den Bedingungen, welche auf die Wurzelentwickelung und damit auch auf die Nährstoffaufnahme von Einfluß sind, war auf dem Acker erheblich größer als beim Gefäßversuch. Bei der Ackerkultur bot der Sandboden viel günstigere Bedingungen für die Wurzelentwickelung und die Nährstoffaufnahme, als der Lehmboden, während beim Gefäßversuch der Unterschied bei weitem nicht so groß war. Und was mußte die Folge davon sein? Beim Gefäßversuch hatte der Boden A 50 Teile, der Boden B 100 Teile Phosphorsäure abgegeben, bei der Ackerkultur dagegen hatte der Boden A 50 Teile, der Boden B nicht 100, sondern nur 60 Teile Phosphorsäure den Pflanzen gegeben.

Der Gefäßversuch also hatte in diesem Fall ein Ergebnis geliefert, welches weder absolut noch relativ auf den Acker zu übertragen war, und welches uns, wenn wir es kritiklos hingenommen, zu einem Fehlschluß verleitet haben würde.

Auch hier kommen wir somit wieder zu dem schon so oft gezogenen Schluß: Nur in extremen Fällen, nur bei ausnehmend großer Nährstoffarmut oder ausnehmend großem Nährstoffreichtum des Bodens kann der Gefäßversuch uns zuverlässige Anhaltspunkte geben, und ich sage nun das Folgende.

Die Frage, auf welche der Praktiker eine Antwort haben will, lautet: Ist unter den vorliegenden ganz bestimmten Verhältnissen, wie die Beschaffenheit der Krume und des Untergrundes sie darstellen, und wie die Bearbeitung

des Bodens, die Fruchtfolge, die Art der Kulturpflanze, die Stärke der Saat, das Klima ꝛc. sie bedingen, eine Düngung mit Phosphorsäure oder Kali oder Stickstoff oder mehreren dieser Stoffe notwendig, und wie stark muß die event. Düngung bemessen sein, um den höchstmöglichen Reingewinn zu erzielen? Auf diese Frage eine vollkommen sichere Antwort zu geben, aber ist selbstverständlich nur der Versuch geeignet, der genau unter denjenigen Verhältnissen angestellt ist, wie der betreffende Acker sie bietet. Kann aber der Gefäßversuch nicht alle auf dem Acker vorhandenen Verhältnisse genau herstellen — und das kann er eben nicht —, so ist in letzter Instanz nur der direkte, auf dem betreffenden Acker ausgeführte Versuch imstande, die gewünschte zuverlässige Anwort zu geben.

Die chemische Analyse und auch der Gefäßversuch können nur ganz ungefähre Anhaltspunkte geben. Der Gesamtgehalt des Bodens an Nährstoffen, oder sein analytisch ermittelter Gehalt an löslichen Nährstoffen, oder der prozentische Nährstoffgehalt der auf ihm gewachsenen Erntesubstanz, oder endlich die Resultate eines Gefäßversuchs können nur dann einen bestimmten Aufschluß geben, wenn entweder der Boden ausnehmend arm oder aber ausnehmend reich an einem oder mehreren Nährstoffen ist.

So kommen wir also wieder auf den Feldversuch zurück und müssen erkennen, daß die Ausführung desselben dem Landwirt nicht erspart werden kann. Aber ich hoffe, daß es gelingen wird, die z. Zt. unter den Praktikern noch

herrschende große Abneigung gegen den Feldversuch mehr und mehr verschwinden zu sehen, denn es wird möglich sein, durch Vereinfachung der Versuche und durch präcisere Fragestellung die Arbeit zu erleichtern und den Erfolg mehr zu sichern.

Man hat in der Anstellung der Versuche oft Fehler gemacht. Man hat die zu beantwortenden Fragen nicht klar und einfach genug gestellt, auch die Ausführung der Versuche ist oft derart gewesen, daß man von vornherein keine brauchbaren Resultate erwarten konnte. Ich habe mich seit einer Reihe von Jahren bemüht, an der Ausbildung einer möglichst einfachen, bequemen und sicheren Methode der Feldversuche mitzuwirken und dieselbe zur Durchführung zu bringen. In einer kleinen Schrift[1]) findet sich die Methode beschrieben, welche ich seit längeren Jahren mit sehr befriedigendem Erfolg angewendet habe, und ich will an dieser Stelle nur einige kurze Notizen über die Hauptgrundsätze geben, welche bei der Ausführung der Versuche zu befolgen sind.

[1]) „Düngungsfragen, Heft 4“. Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin.

Die Ausführung genauer Feldversuche.

Die Fragestellung.

Thunlichst begrenzte, möglichst einfache und klare Fragestellung ist der erste Grundsatz beim Feldversuch. Wird dieser Grundsatz nicht befolgt, so ist die ganze Arbeit umsonst. Die einfachste Frage lautet: Ist es möglich, auf dem vorliegenden Grundstück durch Anwendung von Handelsdüngern die Erträge zu steigern, und wie groß kann die Steigerung sein? Zur Beantwortung dieser Frage genügen zwei Parzellen; die eine bleibt ohne Düngung, die andere wird mit Stickstoff, Phosphorsäure und Kali gedüngt. Will man zugleich eine weitere Frage stellen, so würde die folgende die nächstliegende sein: Um wieviel vermindert sich die durch eine Volldüngung von Stickstoff, Phosphorsäure und Kali erzielbare Ertragssteigerung, wenn an derselben der Stickstoff oder die Phosphorsäure oder das Kali fehlt? Um dies zu prüfen, wird man den folgenden Versuch anzustellen haben:

Parzelle	1	ohne Düngung,		
„	2	Volldüngung (Stickstoff, Phosphorsäure, Kali),		
„	3	„	ohne	Stickstoff,
„	4	„	„	Phosphorsäure,
„	5	„	„	Kali.

Die Größe der Parzellen.

Man hat 3—6 a große Einzelparzellen empfohlen. Ich halte diese für zu groß. Ich habe gefunden, daß Versuche auf nur 1 a großen Parzellen viel genauere und zuverlässigere Resultate ergeben. Ein Feldstück von etwa 24 a, das in 24 unter sich gleich beschaffene Parzellen geteilt werden kann, ist ohne Schwierigkeit zu finden. Die Arbeit des Abwiegens, Mischens und Ausstreuens der Düngemittel, der getrennten Erntenahme, der Feststellung des Erntegewichts u. s. w. ist auf kleinen Parzell n viel geringer als auf großen. Auch die Kosten der Düngung sind dann so gering, daß sie ebensowenig in Betracht kommen, wie der etwaige Ausfall des Ertrags auf den nicht oder ungenügend gedüngten Parzellen.

Es ist aber selbstverständlich, daß jede Düngung in drei bis vier möglichst gleichmäßig verteilt liegenden Parzellen vertreten sein muß.

Als die geeignetste Form der Parzellen ist die quadratische zu erachten; je mehr man sich von dieser entfernt, um so größer ist der Fehler, der aus der Berührung mit der Nachbarparzelle entsteht.

Die Beschaffenheit des Versuchsfeldes.

Das Versuchsfeld muß möglichst horizontal liegen, möglichst gleichmäßig in seiner Bodenbeschaffenheit, namentlich auch in seinen Feuchtigkeitsverhältnissen sein, und es ist bezüglich der Wahl desselben noch das Folgende zu bemerken.

Will man prüfen, ob der Ertrag einer bestimmten Kulturpflanze, so wie sie sich einreiht in die übliche Fruchtfolge der betreffenden Wirtschaft und wie sie eintritt in den durch die bestehende Rotation und Fruchtfolge gegebenen Düngungszustand des Ackers, zu steigern ist, so ist es ganz selbstverständlich, daß für einen etwa mit Rüben auszuführenden Düngungsversuch derjenige Acker der allein geeignete ist, der dem Plan der Wirtschaft gemäß in dem betreffenden Jahre mit Rüben bestellt werden soll. Will man dagegen prüfen, welche Nährstoffe dem Acker fehlen, wenn er in letzter Tracht sich befindet, wenn er unmittelbar vor neu einzubringender Stallmistdüngung steht und den relativ höchsten Grad der Erschöpfung erreicht hat, so ist es wiederum selbstverständlich, daß man das betreffende Ackerstück, also das im relativ geringsten Düngungszustand befindliche für den Versuch wählt.

Die Feststellung der Ergebnisse.

Der Ertrag einer jeden Einzelparzelle wird durch genaues Wägen auf dem Acker sofort nach der Ernte festgestellt, und der Erntemasse werden sofort Proben von etwa 5 kg bei Halmgewächsen, 10 kg bei Kartoffeln, 20 kg bei Rüben entnommen. In diesen Proben wird der Gehalt an Trockensubstanz, sowie bei Halmgewächsen das Verhältnis von Stroh zu Körnern festgestellt und auf die Gesamternte berechnet. Die getrocknete und gemahlene Erntemasse dient dann weiter zu den für erforderlich erachteten chemisch-analytischen Bestimmungen.

Alles Nähere über die anzuwendenden Düngemittel, über das Abmessen und Abgrenzen der Parzellen, über die Herstellung der Düngermischungen, das Ausstreuen derselben u. s. w. findet sich in der oben genannten Schrift. Ich will hier nur noch durch einige Beispiele zeigen, welch klares und anschauliches Bild die Resultate solcher Versuche über das Düngebedürfnis eines bestimmten Ackers liefern.

Ergebnisse einiger Feldversuche.

I. Versuche mit Winterroggen in Arheilgen bei Joh. Völger.
Acker: Mühlberg.

Boden: Sandboden.

Gehalt des Bodens: 0,058 % Phosphorsäure,
0,109 „ Kali,
0,093 „ Stickstoff.

Körnung des Bodens: 35 % Staub,
18 „ Feinsand,
33 „ Grobsand,
14 „ Kies.

Vorfrucht: Kartoffeln, in 300 D.-Ctr. Stallmist pro Hektar gebaut.

Als Volldüngung pro Hektar gegeben: 50 kg Phosphorsäure,
100 „ Kali,
31 „ Salpeterstickstoff.

Zeit der Düngung: Phosphorsäure, Kali und die Hälfte des Salpeterstickstoffs am 17. März, die andere Hälfte des Salpeters am 25. April, also sämtliche Nährstoffe als Kopfdüngung gegeben.

Die Versuche ergaben die folgenden Erträge:

(Siehe Tabellen S. 41.)

Schlußfolgerungen.

Die Nachwirkung der Stallmistdüngung von 300 D.-Ctr. pro Hektar, welche der Vorfrucht gegeben war, hat bei

Tabelle I.

	Düngung	Mittelerträge aus je 3 Parallelparzellen auf 1 ha berechnet		Mehrerträge gegen ungedüngt von 1 ha	
		Stroh D.-Ctr.	Körner D.-Ctr.	Stroh D.-Ctr.	Körner D.-Ctr.
1.	Ungedüngt	37,4	17,2	—	—
2.	Phosphorsäure, Kali, Stickstoff . .	63,6	29,3	26,2	12,1
3.	— Kali, Stickstoff . .	57,6	24,7	20,2	7,5
4.	Phosphorsäure, — Stickstoff . .	57,0	24,9	19,6	7,7
5.	Phosphorsäure, Kali, — . .	44,8	21,1	7,4	3,9
6.	— — Stickstoff . .	53,0	23,7	15,6	6,5

Tabelle II.

Die Erträge enthielten die folgenden Mengen von Phosphorsäure, Kali und Stickstoff auf 1 ha berechnet.

	Düngung	Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg
1.	Ungedüngt	23,1	33,0	46,0
2.	Phosphorsäure, Kali, Stickstoff	35,7	62,7	75,4
3.	— Kali, Stickstoff	30,9	55,8	65,5
4.	Phosphorsäure, — Stickstoff	31,5	49,4	64,5
5.	Phosphorsäure, Kali, —	28,7	41,9	58,4
6.	— — Stickstoff	29,1	51,0	61,8

weitem nicht gereicht, das Nährstoffbedürfnis des Roggens für Phosphorsäure, Kali und Stickstoff zu befriedigen. Sie hat im Verein mit dem Nährstoffgehalt des Bodens einen Ertrag von nur 17,2 D.-Ctr. Roggenkörner vom Hektar hervorbringen können, während durch die von uns verwendete „Volldüngung“ der Ertrag auf 29,3 D.-Ctr. gesteigert wurde.

Aus den Ertragszahlen ergiebt sich weiter, daß der Acker sowohl für Stickstoff, als auch für Phosphorsäure und Kali düngebedürftig war, denn es wurde an Mehrertrag vom Hektar erhalten:

12,1 D.-Ctr. Roggenkörner, wenn die Volldüngung gegeben war,
7,5 „ „ „ an der Volldüngung die Phosphorsäure gefehlt hatte,
7,7 D.-Ctr. Roggenkörner, wenn an der Volldüngung das Kali gefehlt hatte.
3,9 „ „ „ „ „ „ der Stickstoff gefehlt hatte,
6,5 D.-Ctr. Roggenkörner, wenn an der Volldüngung die Phosphorsäure und das Kali gefehlt hatten.

Wie oben angegeben, hatten wir für den Versuch die folgenden Düngungen pro Hektar gewählt:

50 kg Phosphorsäure,
100 „ Kali,
31 „ Salpeterstickstoff,

und es ist zu fragen, ob diese Düngermengen dem Nährstoffbedürfnis des Ackers entsprochen haben. Auch hierüber geben die Versuche Auskunft. Wir wollen die Fragen einzeln prüfen.

Die Phosphorsäure.

Vergleicht man Versuch 2 mit 1, so ergiebt sich aus Tabelle II, daß der Roggen bei Volldüngung um 12,6 kg Phosphorsäure mehr als bei ungedüngt aufgenommen hatte. Dieser Mehrbedarf von 12,6 kg konnte zum Teil aus dem Bodenvorrat gedeckt werden, denn wir ersehen aus Versuch 3, bei welchem mit Stickstoff und Kali gedüngt war, daß der Roggen hier um 7,8 kg mehr Phosphorsäure aufgenommen hatte, als bei ungedüngt. Es waren also nur noch 4,8 kg Phosphorsäure durch die Düngung zu beschaffen, um den bei Versuch 2 erzielten Mehrertrag zu erhalten. Die von uns gegebene Phosphorsäuredüngung betrug 50 kg, also das zehnfache der noch zu beschaffenden Menge, und es ist zu fragen, ob diese Düngung nicht eine zu reichliche war. Ich antworte darauf, daß ich die Düngung für eine angemessene halte, denn der Boden war sehr arm an Phosphorsäure, sein Gehalt betrug nur 0,058 %, und er erwies sich als so düngebedürftig, daß der Ertrag um nicht weniger als 4,6 kg Körner sank, wenn an der Volldüngung die Phosphorsäure gefehlt hatte. Es ist aber selbstverständlich, daß eine so große Überschußdüngung zugleich als eine Vorratsdüngung für die später folgenden Früchte zu erachten und bei der Düngung derselben zu berücksichtigen ist.

Das Kali.

Vergleicht man Versuch 2 mit 1, so ergiebt sich, daß der bei Volldüngung erhaltene Mehrertrag einen Mehrbedarf von 29,7 kg Kali erfordert hatte. Dieser Mehr-

bedarf konnte, wie Versuch 4 im Vergleich mit 2 ergiebt, bis auf einen Rest von 13,3 kg aus dem Bodenvorrat gedeckt werden. Unsere Düngung betrug 100 kg Kali, also fast achtmal mehr, als der Roggen aufzunehmen hatte. War das zuviel? Ja. Denn wenn auch der Boden arm an Kali war, indem er nur 0,109 % enthielt, so ist doch vom Kali bei weitem nicht ein so großer Überschuß anzuwenden, als von der Phosphorsäure. Das Kali ist leichter beweglich im Boden. Man kann annehmen, daß im vorliegenden Fall schon 60 kg Kali für den bei Versuch 2 erhaltenen Ertrag gereicht haben würden.

Der Stickstoff.

Vergleicht man Versuch 2 mit 1, so ergiebt sich, daß der Ertrag von 2 einen Mehrbedarf von 29,4 kg Stickstoff beanspruchte, welcher, wie man aus Versuch 5 verglichen mit 2 ersieht, bis auf einen Rest von 17,0 kg durch den Bodenvorrat gedeckt werden konnte. Unsere Düngung betrug 31 kg Salpeterstickstoff. Von je 100 Teilen dieses Stickstoffs also hatten die Pflanzen 55 Teile in Stroh und Körnern zurückgegeben. Ist das eine normale Ausnutzung? Ja. Die Düngung von 31 kg Salpeterstickstoff war im vorliegenden Fall keine zu starke gewesen.

Die Rentabilität der Düngung.

Es sei schließlich noch eine ungefähre Rechnung über die Rentabilität der Düngung angestellt. Setzt man relativ hohe Preise an, so kostet die verwendete Düngung:

50 kg	Phosphorsäure . . .	15	Mk.
100 „	Kali	28	„
31 „	Salpeterstickstoff . . .	40	„
	Zusammen:	83	Mk.

Durch diese Düngung wurden 26,2 D.-Ctr. Stroh und 12,1 D.-Ctr. Körner als Mehrertrag erhalten. Rechnet man den Wert des Roggenstrohes zu 2 Mk. für den Doppelcentner, so haben die 26,2 D.-Ctr. einen Wert von 52,4 Mk., und zieht man diesen Betrag von den 83 Mk. Düngungskosten ab, so bleibt ein Rest von 30,6 Mk., der auf die Produktion von 12,1 D.-Ctr. Roggenkörner sich verteilt und aus welchem 2,5 Mk. Düngungskosten für 1 D.-Ctr. Körner sich berechnen.

Die Rentabilität der Düngung ist also trotz der überschüssigen Phosphorsäure- und noch reichlicheren Kalidüngung eine ausnehmend große gewesen, und die Klarheit, die der Versuch über das Düngebedürfnis des betr. Ackers erbracht hat, darf wohl als eine vollkommen befriedigende bezeichnet werden.

Es sei noch eine Versuchsreihe angeführt, die mit Gerste auf einem Lehmboden ausgeführt wurde..

II. Versuche mit Gerste in Wolfskehlen bei Paul Heddäus. Acker: Espen.

Boden: Leichter Lehmboden.

Gehalt des Bodens: 0,12 % Phosphorsäure,
0,30 „ Kali,
0,138 „ Stickstoff.

Körnung des Bodens: 53 % Staub,
30 „ Feinsand,
13 „ Grobsand,
4 „ Kies.

Vorfrucht: Futterrüben, in 400 D.-Ctr. Stallmist pro Hektar gebaut und mit 80 Hektoliter Jauche gedüngt.

Als Volldüngung pro Hektar gegeben: 50 kg Phosphorsäure,
100 „ Kali,
46,5 „ Salpeterstickstoff.

Zeit der Düngung: Phosphorsäure, Kali und 1/3 des Salpeterstickstoffs am 15. März auf die rauhe Furche gestreut, 1/3 Salpeter am 9. Mai, 1/3 Salpeter am 25. Mai als Kopfdüngung gegeben.

Die Versuche ergaben die folgenden Erträge:

(Siehe Tabellen S. 47.)

Schlußfolgerungen.

Die Nachwirkung der starken Düngung von 400 D.-Ctr. Stallmist und 80 Hektoliter Jauche auf den Hektar, welche der Vorfrucht (Futterrüben) gegeben war, hat, wie man aus Tabelle I ersieht, bei weitem nicht gereicht, das Nährstoffbedürfnis der Gerste zu decken. Die Nachwirkung der Stallmist- und Jauchedüngung hat im Verein mit dem Nährstoffvorrat des Bodens (obgleich dieser zwei- bis dreimal so groß war als bei dem oben beschriebenen Roggenversuch auf Sandboden) einen Ertrag von nur 22,5 D.-Ctr. Gerstekörner vom Hektar hervorbringen können, während durch die beigegebene Volldüngung der Ertrag auf 36,9 D.-Ctr. gestiegen ist.

Aus den Ertragszahlen ersieht man ferner, daß der Acker sowohl für Stickstoff als auch für Phosphorsäure und Kali sehr düngebedürftig war, denn es wurde an Mehrertrag erhalten:

Tabelle I.

	Düngung	Mittelerträge aus je 3 Parallelparzellen auf 1 ha berechnet		Mehrerträge gegen ungedüngt auf 1 ha berechnet	
		Stroh D.-Ctr.	Körner D.-Ctr.	Stroh D.-Ctr.	Körner D.-Ctr.
1.	Ungedüngt	28,8	22,5	—	—
2.	Phosphorsäure, Kali, Stickstoff . .	47,5	36,9	18,7	14,4
3.	— Kali, Stickstoff . .	43,7	31,0	14,9	8,5
4.	Phosphorsäure, — Stickstoff . .	44,2	32,1	15,4	9,6
5.	Phosphorsäure, Kali, — . .	30,9	24,4	2,1	1,9
6.	— — Stickstoff . .	45,5	31,5	16,7	9,0

Tabelle II.

Die Erträge enthielten die folgenden Mengen von Phosphorsäure, Kali und Stickstoff auf 1 ha berechnet:

	Düngung	Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg
1.	Ungedüngt	23,8	28,8	46,1
2.	Phosphorsäure, Kali, Stickstoff	38,9	55,8	82,0
3.	— Kali, Stickstoff	32,0	53,9	65,7
4.	Phosphorsäure, — Stickstoff	35,1	46,0	71,1
5.	Phosphorsäure, Kali, —	26,6	36,1	50,3
6.	— — Stickstoff	32,9	50,2	70,8

14,4 D.-Ctr. Körner, wenn die Volldüngung gegeben war,
8,5 „ „ „ an der Volldüngung die Phosphorsäure gefehlt hatte,
9,6 D.-Ctr. Körner, wenn an der Volldüngung das Kali gefehlt hatte,
1,9 „ „ „ „ „ „ der Stickstoff gefehlt hatte,
9,0 D.-Ctr. Körner, wenn an der Volldüngung die Phosphorsäure und das Kali gefehlt hatten.

Es ist nun zu prüfen, ob die von uns gewählte Düngung, welche aus 50 kg Phosphorsäure, 100 kg Kali und 46,5 kg Salpeterstickstoff bestanden hatte, dem Nährstoffbedürfnis des Ackers entsprechend war.

Die Phosphorsäure.

Vergleicht man Versuch 2 mit 1, so ergiebt sich aus Tabelle II, daß der Roggen bei Volldüngung um 15,1 kg Phosphorsäure mehr aufgenommen hatte, als bei ungedüngt. Dieser Mehrbedarf konnte, wie Versuch 3 verglichen mit 2 ergiebt, bis auf einen Rest von 6,9 kg aus dem Bodenvorrat gedeckt werden. Dieser Rest von 6,9 kg mußte der von uns gegebenen Düngung entnommen werden, und da diese 50 kg betrug, so hatten wir siebenmal mehr Phosphorsäure gegeben, als die Pflanze aufzunehmen hatte. Aber diese Düngung war keine zu reichliche gewesen, denn auch hier gilt das, was ich oben bei Besprechung der in der Versuchsreihe I gegebenen Phosphorsäuremenge gesagt habe.

Das Kali.

Wie aus Versuch 2 verglichen mit 1 sich ergiebt, hat der bei Volldüngung erzielte Mehrertrag um 27,0 kg Kali mehr beansprucht, als der bei ungedüngt erhaltene. Dieser Mehrbetrag wurde, wie aus Versuch 4 verglichen mit 2 sich ergiebt, bis auf einen Rest von 9,8 kg durch den Bodenvorrat gedeckt, und da unsere Düngung 100 kg Kali betrug, so hatten wir zehnmal mehr gegeben, als dem Bedarf entsprach. Auch hier ist also der bei Versuchsreihe 1 gezogene Schluß zutreffend: schon 60 kg Kali würden ausgereicht haben, den Bedarf zu decken.

Bemerkenswert aber ist, daß überhaupt ein deutlich ausgesprochenes Düngebedürfnis des vorliegenden Bodens für Kali sich gezeigt hatte, denn der Boden ist mit seinem Gehalt von 0,3% Kali durchaus nicht als arm zu bezeichnen, er gehört vielmehr zu denjenigen Lehmböden, von welchen man vielfach behauptet, daß sie der Kalidüngung nicht bedürfen. In einem späteren Abschnitt dieser Schrift komme ich auf diese Frage zurück.

Der Stickstoff.

Der bei Volldüngung erzielte Ertrag hat um 35,9 kg Stickstoff mehr beansprucht, als der bei ungedüngt erhaltene. Für diesen Mehrbedarf hat, wie Versuch 5 verglichen mit 1 ergiebt, der Bodenvorrat nur 4,2 kg liefern können; 31,7 kg Stickstoff also mußten zugeführt werden, und da die von uns gewählte Düngung 46,5 kg Salpeterstickstoff betrug,

so ergiebt sich, daß dieselbe zu 68% ausgenutzt worden ist. Das ist eine sehr hohe Ausnutzung. Die auf drei Gaben verteilt gewesene Düngung von 300 kg Chilisalpeter pro Hektar ist also eine dem Bedürfnis des Bodens entsprechende, jedenfalls keine zu hohe gewesen.

Die Rentabilität der Düngung.

Ein Urteil über die Rentabilität der Düngung ergiebt sich aus folgender Berechnung:

50	kg	Phosphorsäure	15 Mk.
100	„	Kali	28 „
46,5	„	Salpeterstickstoff . . .	60 „
		Zusammen:	103 Mk.

Durch diese Düngung wurden 14,4 D.-Ctr. Körner und 18,7 D.-Ctr. Stroh als Mehrertrag produziert. Rechnet man den Wert des Stroh zu 2 Mk. pro D.-Ctr., so haben die 18,7 D.-Ctr. einen Wert von 37,4 Mk., und zieht man diese von den Düngungskosten (103 Mk.) ab, so bleibt ein Rest von 65,6 Mk., der auf die Produktion von 14,4 D.-Ctr. Gerstekörner sich verteilt und aus dem 4,5 Mk. Düngungskosten für 1 D.-Ctr. Gerstekörner sich berechnen.

Die Rentabilität der Düngung also ist auch bei dieser Versuchsreihe, obgleich die Phosphorsäure und noch mehr das Kali in großem Überschuß gegeben waren, eine sehr zufriedenstellende gewesen. Ist sie aber trotz noch erheblich besserer Stickstoffausnutzung eine geringere als bei Versuchsreihe I gewesen, so erklärt sich dies sehr einfach aus dem Umstand, daß zur Wirkung der Volldüngung bei Versuchsreihe I der Boden noch mit 12,4 kg Stickstoff, bei Versuchsreihe II aber mit nur 4,2 kg Stickstoff bei-

getragen hat; und dies Ergebnis findet wiederum seine Erklärung in dem Umstand, daß der länger vegetierende Roggen aus dem wenn auch nur 0,093 % Stickstoff enthaltenden Sandboden mehr Stickstoff aufnehmen konnte, als die kürzer vegetierende Gerste aus dem wenngleich 0,138 % Stickstoff enthaltenden Lehmboden.

Es mag schließlich noch erwähnt werden, daß die reichliche Beidüngung von Phosphorsäure und Kali die Gerstepflanzen in den Stand gesetzt hatte, den aus der starken Salpeterdüngung aufgenommenen Stickstoff zu vollkommen normal zusammengesetzten Körnern zu verarbeiten, und daß eine für Brauzwecke ungünstige Proteinanreicherung nicht eingetreten war. Die geernteten Körner enthielten:

bei ungedüngt . . . . 9,44 % Protein,
„ Volldüngung . . . 9,62 „ „ .

Die Differenz von 0,18 % Protein hat selbstverständlich keine Bedeutung.

Nun aber frage ich: Sind die Aufschlüsse, welche die besprochenen beiden Versuchsreihen über das Düngebedürfnis der betreffenden Böden gegeben haben, nicht ungemein klar und wertvoll, und sind sie nicht weit klarer und sicherer und wertvoller als die Anhaltspunkte, die man durch chemisch-analytische Untersuchungen der Ackererde oder durch die Analyse der Ernteprodukte oder durch Düngungsversuche in Gefäßen erzielen kann? Ich warne nochmals davor, den indirekten Ermittelungen einen zu großen Wert beizulegen, und hebe hervor, daß die eigentliche

Bedeutung der Gefäßversuche nicht auf dem hier in Rede stehenden Gebiete liegt. Lokale Fragen können nicht durch den Gefäßversuch, sondern nur durch eine lokale Prüfung, durch den Versuch auf dem betreffenden Acker gelöst werden. Der Gefäßversuch ist berufen, Klarheit über allgemeine Düngungsfragen zu schaffen und Material gewinnen zu lassen für den Ausbau einer wissenschaftlichen Düngungslehre. Eine Prüfung aber, wie die Lehren der Wissenschaft den lokalen Verhältnissen des Bodens, des Klimas und der Wirtschaft anzupassen sind, hat der Feldversuch vorzunehmen, und es sei bemerkt, daß ich die seit acht Jahren von mir befolgte Methode der Feldversuche, wie sie an anderem Orte[1]) genauer beschrieben worden ist, nach jeder Richtung bewährt gefunden habe.

Am Schlusse dieser Schrift komme ich nochmals auf dieselbe zurück. Ich habe jetzt die Fragen der Phosphorsäure-, der Kali- und der Stickstoffdüngung näher zu besprechen.

---

[1]) Düngungsfragen, Heft 4.

Die Phosphorsäuredüngung.

Nach welchen Grundsätzen ist die Stärke der Phosphorsäuredüngung zu bemessen?

Schon an einer früheren Stelle dieser Schrift habe ich gesagt, daß die Düngung, welche einem phosphorsäurearmen Boden zu geben ist, nicht ausschließlich nach dem Bedarf der zu bauenden Kulturpflanze bemessen werden kann. Für die Produktion von beispielsweise 10 D.-Ctr. Gerstekörner sind rund 12 kg Phosphorsäure nötig. Die Düngung aber muß, wenn der Boden arm ist, das fünf- bis acht- bis zehnfache betragen. Die Phosphorsäure ist schwer beweglich im Boden; sie kommt den Pflanzenwurzeln nicht entgegen, sie folgt nicht dem Lauf des Regenwassers, nicht der Cirkulation der Bodenfeuchtigkeit, wie der Salpeterstickstoff es thut. Die Pflanzenwurzeln müssen die Phosphorsäure aufsuchen, sie müssen in direkte Berührung mit den Phosphaten treten, der saure Saft der Wurzeln muß die Phosphorsäure lösen, und daraus ergiebt sich, daß der Boden in nicht zu großer Verdünnung die Phosphate enthalten darf. Er muß einen größeren Vorrat leicht aufnehmbarer Phosphorsäure den Pflanzen bieten, wenn Höchst-

erträge erzielt werden sollen. Den Pflanzen muß es möglich sein, innerhalb kurzer Zeitabschnitte viel Phosphorsäure aufzunehmen. Wirtschaftet man extensiv, ist man mit etwa 20 D.-Ctr. Körner vom Hektar zufrieden, so eilt die Phosphorsäureaufnahme ja nicht; will man aber 40 D.-Ctr. Körner ernten oder gar noch mehr, so haben die Pflanzen nicht zu säumen, sie müssen zeitweise auftretende, besonders günstige Vegetationsverhältnisse auf das eiligste ausnutzen. Nimmt man an, daß von der in einem Boden enthaltenen Phosphorsäure täglich etwa 1 kg vom Hektar durch die Pflanzen aufgenommen werden kann, so mag dies selbst für intensive Produktion genügen, wenn die Entwickelung der Pflanzen eine gleichmäßig fortschreitende ist und die Witterung während des ganzen Verlaufs der Vegetation sich günstig gestaltet. Eine dauernd günstige Witterung aber kommt nicht vor. Die Pflanzen werden einmal längere Zeit dursten, dann nehmen sie keine Phosphorsäure auf und produzieren auch nichts. Kommt jetzt Regen und folgt auf den Regen warme Witterung, so müssen die Pflanzen, wollen sie es zum Höchstertrage bringen, das Versäumte nachholen; sie müssen innerhalb der nächsten acht Tage so viel produzieren, als sie sonst in vielleicht vierzehn Tagen produziert hätten. Für die doppelte Tagesproduktion aber brauchen sie auch die doppelte Menge Phosphorsäure, und diese können sie nur dann erhalten, wenn ein entsprechender Überschuß an löslicher Phosphorsäure vorhanden ist, ein Vorrat, aus

welchem sie innerhalb sehr kurzer Zeitabschnitte erheblich mehr aufnehmen können, als es unter normalen Verhältnissen notwendig ist. Sichere Erträge und Maximalerträge können unter praktisch vorkommenden Verhältnissen nur dann erzielt werden, wenn die Pflanze imstande ist, ganz besonders günstige Witterung, wie sie oft nur während sehr kurzer Perioden eintritt, voll auszunutzen. Der Phosphorsäurereichtum des Bodens muß daher so groß sein, daß er nicht nur den normalen Phosphorsäurehunger der Pflanze stillt; er muß auch dann Ausreichendes bieten, wenn die Pflanze zeitweise einmal einen förmlichen Heißhunger auf Phosphorsäure bekommt. Man bedenke, wie groß die Pflanzenmassen sind, welche auf einem reichen Acker bei feuchtwarmer Witterung oft innerhalb weniger Tage produziert werden, und welch große Mengen von Phosphorsäure da innerhalb sehr kurzer Zeit von den Pflanzen aufgenommen und verarbeitet werden müssen. Für einen Boden also, der arm an Phosphorsäure ist, der die Wirkung einer Phosphorsäuredüngung deutlich erkennen läßt, sind reichliche Gaben vorzusehen, und man wird erfahren, daß dieselben rentabel sind. Es ist viel gestritten worden über diese Frage. Dem Rat, einem armen Boden sehr starke Phosphorsäuredüngungen zu geben, ist man vielfach entgegen getreten. Man hat die Nachwirkung im Überschuß gegebener Phosphorsäure bestritten und behauptet, daß es unrentabel sei, das Phosphorsäurekapital eines armen Bodens zu vermehren;

ja, man hat sogar nachweisen wollen, daß eine Düngung von selbst 200 D.-Ctr. Thomasmehl pro Hektar schon nach einem bis längstens drei Jahren unwirksam werde. Ich kann hierauf nur antworten, daß unserer gegenwärtigen chemischen Erkenntnis nach ein so schnelles Unlöslichwerden der Thomasmehlphosphorsäure im Boden einfach unmöglich ist. Damit wir aber Gewißheit haben in dieser Frage, will ich zwei von uns ausgeführte Versuchsreihen hier mitteilen.

Auf einer nahe bei Darmstadt gelegenen phosphorsäurearmen Wiese, die einen Ertrag von nur 15 D.-Ctr. Heu vom Hektar ergab, wurden Düngungsversuche von uns ausgeführt.

Eine Parzellenreihe wurde am 30. Oktober 1889 mit 800 kg Thomasmehl pro Hektar gedüngt, eine andere blieb ungedüngt. Als Beidüngung war auf beiden Parzellenreihen 800 kg Kainit gegeben, die in jedem Jahr wiederholt wurde. Die Phosphorsäuredüngung wurde nicht wiederholt.

Die einmalige Phosphorsäuredüngung von 800 kg Thomasmehl pro Hektar ergab nun:

im Jahre 1890 einen Mehrertrag von 7,5 D.-Ctr. Heu vom Hektar,
„ „ 1891 „ „ „ 23,0 „ „ „ „
„ „ 1892 „ „ „ 26,0 „ „ „ „
in dem sehr trockenen Jahre 1893 einen
Mehrertrag von . . . . . . 14,4 „ „ „ „
im Jahre 1894 einen Mehrertrag von 29,3 „ „ „ „

im Jahre 1895	einen	Mehrertrag	von	13,1	D.-Ctr.	Heu	vom	Hektar,
„ „ 1896	„	„	„	10,6	„	„	„	„
„ „ 1897	„	„	„	9,2	„	„	„	„
„ „ 1898	„	„	„	5,7	„	„	„	„
			Zusammen:	138,8	D.-Ctr.	Heu	vom	Hektar,

Die einmal gegebene Düngung von 800 kg Thomasmehl pro Hektar hat also neun Jahre hintereinander gewirkt und sie hat im Laufe der neun Jahre einen Gesamtmehrertrag von nicht weniger als 138,8 D.-Ctr. Heu hervorgebracht.

Von einem schnellen Unwirksamwerden der Thomasmehlphosphorsäure ist bei diesem Versuch also nichts zu merken gewesen und auch wohl nichts von einer ungenügenden Rentabilität der Vorratsdüngung! Es ist selbstverständlich, daß dieser Versuch nur zeigen sollte, wie es mit der Nachwirkung einer einmal gegebenen Thomasmehldüngung sich verhält, denn eine Vorratsdüngung geben und diese neun Jahre lang wirken lassen, ohne das Verbrauchte wieder zu ersetzen, ist natürlich ganz unrationell; auch bei den erwähnten Versuchen, die noch in vielseitiger Richtung von uns variiert wurden, zeigte sich, daß durch jährlich wiederholte Düngungen die Mehrerträge noch erheblich gesteigert werden konnten.

Hat man also gesagt: wenn Superphosphat oder Thomasmehl in den Boden gebracht werden, so nimmt ihre Löslichkeit sofort ab, Eisenoxyd, Thonerde und Kalk des Bodens verbinden sich mit der Phosphorsäure, führen sie

zunächst in den „gefällten“ Zustand und schließlich in die schwerlösliche Verbindungsform der Bodenphosphorsäure über, von welcher jährlich nicht mehr als 1 bis 2 oder höchstens 3 % an die Pflanzen abgegeben werden können, so ist das nicht richtig, wenigstens nicht in dem Maße, wie man es sich vorstellt. Ich will sagen, wie sich's damit verhält.

Bringt man Superphosphat oder Thomasmehl in den Boden und überläßt man den Boden sich selber, läßt man ihn liegen, ohne ihn zu ackern, ohne ihn zu bepflanzen, was wird dann geschehen? Dann wird das durch den Boden sickernde Regenwasser die Phosphorsäure des Superphosphats und des Thomasmehls allmählich lösen, allmählich tiefer hinabführen in den Boden, mit Eisenoxyd, Thonerde und Kalk in Berührung bringen, und die Phosphorsäure wird mit diesen Stoffen sich verbinden, sie wird schwerer und immer schwerer löslich werden, bis sie vielleicht nach fünfzig oder hundert Jahren — so genau weiß man das noch nicht — fast so schwer löslich ist, wie die in den Mineralbestandteilen des Bodens enthaltene Phosphorsäure. Zunächst aber ist sicher, daß dieser Prozeß von einer Dauer ist, die nicht beunruhigend sein kann. Und ebenso gewiß ist es ferner, daß in einem „Kulturboden“, in einem Boden also, den man nicht Jahrzehnte oder Jahrhunderte lang sich selber überläßt, sondern den man düngt und pflügt und bepflanzt, der Prozeß des Unlöslichwerdens der Phosphorsäure fortwährend gestört wird. Der Kultur-

boden stellt nämlich diesem Prozeß einen andern entgegen, den Prozeß des Wiederlöslichwerdens. Humussäure, Kohlensäure, Ammoniaksalz, Chilisalpeter, Kalisalze, Pflanzenwurzeln, Algen, Bakterien, Durchlüftung und Durchfeuchtung der Ackerkrume u. s. w. lassen die Phosphorsäure nicht zur Ruhe kommen. Sobald aus der Superphosphat-Phosphorsäure sich Präcipitate im Boden gebildet haben, sobald auch von der Thomasmehlphosphorsäure ein Teil in die Form von Präcipitaten übergegangen ist, machen die genannten Agentien des Bodens ihren lösenden Einfluß geltend, sie lösen die Präcipitat-Phosphorsäure wieder auf, Kalk, Thonerde und Eisenoxyd schlagen sie wieder nieder, und so geht es im Kreise weiter. Die Phosphorsäure ruht nicht im Kulturboden, sie wandelt sich von der einen Verbindung um in die andere, sie wandert von dem einen Stoff zum andern; bindende und lösende Agentien des Bodens streiten sich um die Phosphorsäure, bald siegen die einen, bald die andern; stets aber ist der Sieg ein nur vorübergehender; der Wechsel bleibt, die Phosphorsäure kommt nicht zur Ruhe, und je intensiver die Kultur, je besser durchlüftet der Boden, je reicher sein Gehalt an Humus, je intensiver die Düngung mit Salpeter, mit Ammoniak- und Kalisalzen, je tiefer die Pflugfurche und je reicher die Erträge sind, um so weniger ist die Möglichkeit vorhanden, daß die in den Boden gebrachte Phosphorsäure in so kurzer Zeit und in so großer Menge so schwer löslich wird, daß man auf eine Nachwirkung der im Überschuß gegebenen

Phosphorsäure nicht rechnen dürfte. Wünscht man zu dem oben gelieferten noch weitere Beweise für die befriedigende Nachwirkung im Überschuß gegebener Düngungen, namentlich im Überschuß gegebenen Thomasmehls, dessen Phosphorsäure naturgemäß langsamer in die Form gefällter Phosphate übergeht als die des Superphosphates, so brauche ich weder auf die Vegetationsversuche Maercker's zu verweisen, noch auch erst über die zahlreichen Versuche, welche wir in Darmstadt über diese Frage ausgeführt haben, hier zu berichten. Ich kann mich darauf beschränken, an die langjährigen und vielseitigen Erfahrungen der Praxis zu erinnern.

Aus den vielen Fällen, in welchen man durch allmähliche Phosphorsäureanreicherung der Böden die Erträge von Jahr zu Jahr gesteigert hat, brauche ich nur einen einzigen hier vorzuführen: Die Erfolge auf dem in der Rheinpfalz gelegenen Schniftenberger Hofe.

Als vor fünfzehn Jahren die Thomasschlacke zu äußerst billigem Preise auf den Markt kam, riet ich den hessischen Landwirten, allen phosphorsäurearmen Wiesen, Äckern und Weinbergen starke Vorratsdüngungen von Thomasmehl zu geben. Zu den Landwirten, welche diesen Rat befolgten, gehörte auch der Pächter des Schniftenberger Hofes, L. Schickert. Derselbe düngte mehrere Jahre hintereinander seinen phosphorsäurearmen, nur geringe Erträge liefernden Lehmboden mit jährlich 12 D.-Ctr. Thomasmehl pro Hektar. Dadurch gelang es ihm, wie ich selber es verfolgt habe, die Hafererträge (selbstverständlich unter Bei-

hilfe von Kalisalz und Chilisalpeter) von 14—18 D.-Ctr. vom Hektar auf 28—44 und selbst 48 D.-Ctr. in die Höhe zu bringen und die Gerstenerträge von 16—22 D.-Ctr. auf 36—44 D.-Ctr. zu steigern, während es ihm vor jener Thomasmehldüngung nicht möglich gewesen war, durch Kali und Chilisalpeter erhebliche Ertragssteigerungen zu erzielen. Der Boden ist durch wiederholte Überschußdüngungen mit Phosphorsäure gesättigt worden. Er ist fähig geworden, den Pflanzen jährlich so viel Phosphorsäure zu liefern, als für die Hervorbringung von Höchsterträgen notwendig ist; und um ihn auf dieser Höhe der Leistungsfähigkeit zu erhalten, genügt jetzt erfahrungsgemäß der einfache jährliche Ersatz der durch die Ernte entzogenen Phosphorsäure in Form von Thomasmehl.

Aber dieser Fall steht nicht vereinzelt da. Ich kenne Landwirte in Rheinhessen, die nicht weniger als 50 D.-Ctr. Thomasmehl pro Hektar in ihre Weinberge gerodet haben, und die Vegetation der Reben ist dort die gesundeste und kräftigste, die man sich denken kann. Klee konnte man fast in ganz Rheinhessen vor einigen Jahrzehnten nur mit geringem Erfolge bauen; erst durch die reichen Superphosphat- und Thomasmehldüngungen sind die Böden „kleefähig“ geworden, erst seit der „Sättigung“ des Bodens mit Phosphorsäure liefern die Luzernefelder dauernde und reiche Erträge, und in gleicher Weise ist es dort gelungen, nach Anreicherung des Bodens mit Phosphorsäure die Körnerernten auf das höchstmögliche Maß zu steigern.

Wenn man sich nur einmal die Mühe geben wollte, alle derartigen Fälle sorgfältiger zu verfolgen, so würde man finden, daß das von mir empfohlene Princip der Anreicherung des Bodens mit Phosphorsäure, gegen das von mancher Seite so viel geeifert worden ist, überall — wenn auch meist unbewußt — in der Praxis befolgt wird und längst sich bewährt hat. Überschußdüngungen von Phosphorsäure giebt jeder intensiv wirtschaftende Landwirt; man rechne nur nach. Eine Düngung von 300 kg 18prozentigem Superphosphat pro Hektar für Halmgewächse ist beispielsweise keine außergewöhnlich starke Düngung, sie wird bekanntlich recht oft in der Praxis gegeben, und der Landwirt ist gewiß sehr zufrieden, wenn er dadurch einen Mehrertrag von etwa 600 kg Körner erzielt. Aber hat man in dieser Düngung nicht schon einen erheblichen Überschuß von Phosphorsäure gegeben? In den 600 kg Körnern mit dazu gehörigem Stroh sind ja nur 7,5 kg Phosphorsäure enthalten, während man in den 300 kg Superphosphat 54 kg Phosphorsäure, also nicht weniger als das siebenfache giebt. Seltsam! man verwirft es, wenn ich eine Überschußdüngung von Phosphorsäure auf armen Böden für nötig erachte, aber man hält die genannte Stärke der Superphosphatdüngung, durch die man siebenmal so viel giebt, als zur Erzeugung des erzielbaren Mehrertrags notwendig ist, für eine ganz normale und rationelle! Man täusche sich doch nicht: daß einem hungernden Boden viel mehr Phosphorsäure gegeben werden muß, als zur Bildung

des zu erzielenden Mehrertrags der Rechnung nach notwendig ist, das weiß jeder Landwirt bereits aus Erfahrung, denn niemand wird so thöricht sein, zu glauben, daß er durch eine Düngung von 7,5 kg Phosphorsäure pro Hektar einen Mehrertrag von 600 kg Körner erzielen kann.

Nun aber gehe ich weiter und frage: Mit wieviel Phosphorsäure soll man einen Boden düngen, der auf der Höhe seiner Leistungsfähigkeit angekommen ist, der so viel Phosphorsäure den Pflanzen zur Verfügung hält, als sie zur Produktion des erzielbaren Mehrertrags bedürfen, der also „gesättigt“ ist mit Phosphorsäure? Gesetzt, wir haben 40 D.-Ctr. Körner vom Hektar geerntet. Dadurch sind rund 50 kg Phosphorsäure dem Boden entzogen worden. Wieviel sollen wir ihm zurückgeben? Weniger als 50 kg? Das geht doch wohl nicht, denn dann müßte er ja schneller oder langsamer in seiner Leistungsfähigkeit zurückgehen. Wir müssen ihm also mindestens 50 kg geben, um ihn dauernd auf der Höhe seines Gehaltes bezw. seiner Leistungsfähigkeit zu erhalten. Aber ist das genug? Müssen wir ihm nicht erheblich mehr geben, als wir ihm entzogen haben, da doch immer ein Teil der Düngerphosphorsäure schwerer löslich im Boden wird?

Diese Frage ist wichtig. Maercker hat sie vor einigen Jahren eingehend besprochen. Er hat nachgewiesen, daß in zahlreichen Wirtschaften der Provinz Sachsen sehr viel mehr Phosphorsäure in den Boden gebracht worden ist,

als man herausgenommen hat, obgleich die Böden längst auf der erzielbaren Höhe ihrer Produktionsfähigkeit angelangt waren. Ja, es ist nachgewiesen worden, daß man in einer größeren Wirtschaft während einer langen Reihe von Jahren nicht weniger als 60 kg Phosphorsäure pro Hektar jährlich mehr in den Boden gebracht hat, als durch die Erträge entnommen worden ist.

Was ist nun rationell? Soll man einem Boden, der auf der Höhe seiner Leistungsfähigkeit steht, alljährlich nur so viel oder vielleicht ein wenig mehr Phosphorsäure wieder ersetzen, als man ihm durch die Ernte entnimmt? Oder muß man ihm erheblich mehr geben? Bleibt der Boden auf der Höhe seiner Leistungsfähigkeit, wenn man auf je 100 kg durch die Ernten entzogener Phosphorsäure nur 100 kg als Ersatz bietet, oder vermindert sich seine Leistungsfähigkeit bei diesem Ersatz? Ich will einen vierjährigen Versuch vorführen, der uns Aufschluß hierüber giebt.

Wir füllten sechs Vegetationsgefäße mit je 18 kg Lehmboden. Alle Gefäße wurden gleichmäßig mit Kali und Stickstoff gedüngt und mit Hafer bepflanzt. Drei derselben bildeten den Versuch 1, die drei anderen den Versuch 2. Beim Versuch 1 wurde in jedem Jahr mit einem Überschuß von Kali und Stickstoff, nicht aber mit Phosphorsäure gedüngt, während die Gefäße vom Versuch 2 außer Kali und Stickstoff jedes Jahr genau so viel Phosphorsäure erhielten, als die Ernte dem Boden entnahm.

Es wurde bei diesen Versuchen geerntet:

	Versuch 1 (kein Phosphorsäureersatz)	Versuch 2 (jährlicher Ersatz der entzogenen Phosphorsäure)
im ersten Jahr . . .	86 g	85 g Hafer,
„ zweiten „ . . .	131 „	177 „ Rotklee,
„ dritten „ . . .	47 „	120 „ Hafer,
„ vierten „ . . .	51 „	179 „ „ .

Beim Versuch 1, bei welchem die Phosphorsäure nicht ersetzt wurde, ist der Ertrag zurückgegangen, beim Versuch 2 dagegen ist er von Jahr zu Jahr gestiegen; im ersten Jahr sind nur 85 g, im vierten 179 g Hafer geerntet worden. Wie ist dies seltsame Resultat zu erklären? Daß beim Versuch 1 die Erträge zurückgehen mußten, weil der Boden von Jahr zu Jahr phosphorsäureärmer wurde, ist ja ganz natürlich; daß aber beim Versuch 2, bei welchem nur der einfache Phosphorsäureersatz gegeben war, von Jahr zu Jahr höhere Erträge erzielt wurden, ist doch wohl sehr auffallend. Wie kann es überhaupt als möglich gedacht werden, daß ein Boden, der nur so viel Phosphorsäure durch die Düngung zurück empfängt, als man ihm durch die Ernten entzieht, an Leistungsfähigkeit gewinnt?

Ich glaube, so unwahrscheinlich dies auf den ersten Blick aussieht, so nahe liegt doch die Erklärung. Die Thomasmehl-Phosphorsäure ist leichter löslich als die Bodenphosphorsäure. Entziehen wir nun dem Acker 100 kg Bodenphosphorsäure und geben wir ihm dafür 100 kg

Phosphorsäure in einer Verbindungsform zurück, die leichter löslich ist, als die ihm entzogene, so wird zwar sein Gesamtgehalt an Phosphorsäure dadurch nicht vermehrt, der Löslichkeitsgrad derselben aber wird gesteigert, und daraus folgt, daß der Boden, der ursprünglich 100 kg Phosphorsäure den Pflanzen liefern konnte, nach erhaltener Ersatzdüngung nicht wieder nur 100, sondern vielleicht 110 kg Phosphorsäure zu liefern imstande ist. Daraus aber folgt weiter, daß ein Boden, der von Natur so reich an Phosphorsäure ist, oder der durch wiederholte starke Phosphatdüngungen so weit angereichert worden ist, daß er selbst den denkbar höchsten Ansprüchen der Kulturpflanzen genügt, auf dieser seiner Leistungsfähigkeit erhalten bleibt, wenn man ihm jährlich nur so viel Phosphorsäure in Form von Superphosphat oder Thomasmehl wieder zuführt, als ihm durch die Ernte entzogen ist. Maercker hat also recht, wenn er die in manchen Wirtschaften üblich gewesene große Überschußdüngung reicher, mit Phosphorsäure bereits gesättigter Böden als eine Verschwendung erklärt. Ein einfacher Ersatz der entzogenen Phosphorsäure ist auf solchen Böden ausreichend. Ebenso gewiß aber ist, daß man rationell verfährt, wenn man armen Böden, die wegen Mangel an Phosphorsäure noch nicht auf der Höhe ihrer Leistungsfähigkeit stehen, erhebliche Überschußdüngungen oder Vorratsdüngungen — es ist mir gleichgültig, wie man sie nennen will — giebt, so lange giebt, bis sie gesättigt sind, d. h. bis man mit dem Auge oder mit der Wage

keine Wirkung der Phosphorsäuredüngung, selbst bei reichlicher Beidüngung von Stickstoff und Kali, mehr erkennen kann. Von diesem Punkte an ist es dann genügend, jährlich so viel Phosphorsäure — oder ein wenig mehr, indem man den geringen Verlusten, die durch Versickerung entstehen können, Rechnung trägt — dem Boden zu ersetzen, als man durch die Ernte entzieht.

Das ist ein wichtiges Ergebnis, und es gestaltet sich nun die Aufgabe der Phosphorsäuredüngung zu einer sehr klaren und einfachen. Reagiert der Boden auf eine Phosphatdüngung, und das ist ja sehr leicht und ohne umständliche Versuche festzustellen, so giebt man ihm so lange Überschußdüngungen von Thomasmehl und Superphosphat — je ärmer er ist, um so größere — bis er mit Phosphorsäure gesättigt ist, d. h. bis eine Phosphorsäuredüngung selbst unter reichlicher Beigabe von Stickstoff und Kali keine Wirkung mehr äußert. Ist dieser Sättigungspunkt erreicht, so begnügt man sich fortan mit dem Ersatze der jährlich durch die Ernten entzogenen Mengen.

Das ist die einfache Grundregel der Phosphorsäuredüngung. Und nun würden die Nebenfragen kommen. Wir würden zu fragen haben: Wie kann die für die gesamte Wirtschaft vorgesehene Phosphorsäuremenge am besten verteilt werden je nach dem besonderen Bedürfnis der Kulturpflanzen? Und ferner: In welchen Fällen soll man die Phosphorsäure in Form von Thomasmehl, in welchen in Form von Superphosphat geben? Und ferner: Wie

tief sollen Thomasmehl und Superphosphat untergebracht werden je nach Boden, Jahreszeit, Art der Kulturpflanze ꝛc.? Aber ich frage: Ist denn dies alles thatsächlich von so großer Bedeutung, als man zu glauben pflegt? Nein. Man hat mit viel zu viel theoretischen Einzelheiten diese Fragen behandelt; man hat die Phosphorsäuredüngung dem Landwirt durchweg viel zu verwickelt gemacht. Erwägt man die Darlegungen, welche ich über das der Phosphorsäuredüngung zu Grunde zu legende Princip gegeben habe, so wird man mir beistimmen, wenn ich sage:

Je phosphorsäurereicher der Boden ist, je mehr er mit Phosphorsäure gesättigt ist, je mehr die Phosphorsäuredüngung nur den Zweck hat, dafür zu sorgen, daß der Boden nicht verarmt und seine Erträge nicht zurückgehen, um so weniger kommt es auf eine peinliche Berücksichtigung der genannten Fragen an. Sie haben eigentlich nur für ärmere Böden Bedeutung, für Böden, auf welchen die Pflanzen noch hungern nach Phosphorsäure und auf welchen die Wirkung der Düngung für das nächstfolgende Kulturgewächs berechnet ist. Ich werde daher nur die wesentlichsten dieser Nebenfragen hier kurz besprechen.

Welche Pflanzen bedürfen am meisten der Phosphorsäuredüngung?

Die Unterschiede, welche die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bezüglich ihres Bedarfs an Phosphorsäure auf-

weisen, sind nicht sehr groß, bei weitem nicht so groß, als sie im Kali- und Stickstoffbedarf auftreten. Aber man kann doch sagen, daß in erster Linie der Raps, die Kohlarten, die Rüben- und Kleearten es sind, die einen phosphorsäurereichen Boden verlangen, und es hat sich gezeigt, daß die erste Entwickelung dieser Pflanzen sehr gefördert werden kann, wenn man bei der Einsaat derselben eine schwache Superphosphatdüngung in den Boden eggt. Selbst auch dann hat sich dies als vorteilhaft erwiesen, wenn der Boden schon verhältnismäßig reich an Phosphorsäure war. Die Erklärung dafür ist nicht schwer. Die Samen der genannten Pflanzen enthalten wenig Nahrung, die Keimpflänzchen müssen sich schon früh ihre Nahrung im Boden suchen, und das wird ihnen schwer, solange die Wurzeln erst wenig entwickelt sind. Kommt man ihnen daher durch leicht lösliche Phosphorsäure zu Hilfe — die Düngung braucht gar nicht so stark zu sein —, so entwickeln sie sich sehr schnell und entwachsen bald den Angriffen ihrer zahlreichen Feinde. Als ganz besonders empfehlenswert habe ich gefunden, der ersten Salpetergabe, welche man den Rüben bietet, etwas Superphosphat, 75—100 kg pro Hektar, beizumengen.

Bei der Einsaat von Luzerneschlägen ist außerdem zu beachten, daß dieselben während einer Reihe von Jahren etwa 70—80 kg Phosphorsäure jährlich vom Hektar liefern müssen, ohne daß sie aufs neue bearbeitet und gedüngt werden. Bringt man daher bei der Einsaat der Luzerne

nicht einen entsprechenden Vorrat von löslicher Phosphorsäure in den Boden, so gelingt es selbst auf verhältnismäßig reichen Böden in der Regel nicht, Maximalerträge zu erzielen. Überhaupt sei es Grundsatz, vor allem die in der Wirtschaft zur Verfütterung gelangenden Pflanzen reichlich mit Phosphorsäure zu düngen, also auch die Wiesen nicht zu vergessen. Sollten die Futtergewächse durch die reichliche Düngung selbst zu einem Luxusverbrauch verleitet werden, d. h. sollten sie mehr Phosphorsäure aufnehmen, als zur Erzeugung der Erntemasse unbedingt erforderlich ist, so bleibt zu erwägen, daß dadurch im gleichen Verhältnis auch der Stallmist mit Phosphorsäure bereichert wird, die im Übermaß aufgenommene Phosphorsäure also auf den Acker zurück kommt und dort zur Ausnutzung gelangt.

Unter welchen Verhältnissen soll man mit Superphosphat, unter welchen mit Thomasmehl düngen?

Hierüber ist viel gesprochen und geschrieben worden. Auch ich habe diese Frage öfters behandelt und will hier kurz das Folgende darüber sagen.

Auf sauren Moorböden, Wiesenböden, humusreichen, lockeren, gut durchlüfteten Ackerböden und kalkarmen Sandböden wird die Phosphorsäure des Thomasmehls ganz besonders gute Dienste leisten. Eine Superphosphatdüngung wirkt schneller als eine Thomasmehldüngung. Mit Superphosphat gedüngte Pflanzen entwickeln sich in der Regel

schneller als mit Thomasmehl gedüngte und kommen etwas früher zur Reife. Wo man also ein unvollkommenes Ausreifen der Früchte zu befürchten hat, wie bei der Kultur der Zuckerrübe auf schweren und kälteren Böden, bei Kulturen auf Höhenlagen oder in kalten, feuchten Niederungen, bei Kulturen im nördlichen Klima &c., da hat man auf die Superphosphatdüngung den Schwerpunkt zu legen. Wo aber eine schnellere Entwickelung der Pflanzen, eine Kürzung ihrer Vegetationsdauer nicht nur keine Vorteile, sondern sogar Nachteile bringen kann, wie mitunter bei der Kultur von Sommerhalmfrüchten, insbesondere der Gerste auf leichten, trockenen, warmen Böden, da bietet wiederum die Thomasmehldüngung die größeren Vorteile. Nicht selten kommt es vor, daß beispielsweise die Gerste nach starker Superphosphatdüngung bei gleichzeitig mäßiger Stickstoffdüngung eine sehr üppige Anfangsentwickelung, eine starke Bestockung zeigt; tritt dann aber trockene, heiße Witterung ein, so bleibt die Produktion zurück, die Gerste wird frühzeitig gelb, die Körnerbildung ist eine unvollkommene, der Reifeprozeß ein abnorm beschleunigter und der Ertrag ein geringer, während eine mit Thomasmehl gedüngte unter solchen Verhältnissen oft gleichmäßiger und vollkommener sich entwickelt und höhere Erträge liefert.

Und weiter: ist der Boden sehr arm an Phosphorsäure, so sind Maximalerträge nicht ohne Mitverwendung von Superphosphat zu erzielen; für alle Kulturen soll man in solchem Fall nicht ausschließlich mit Thomasmehl düngen,

sondern das Superphospat zu Hilfe nehmen. Es empfiehlt sich, in einen phosphorsäurearmen Boden eine starke Thomasmehldüngung (800—1000 kg pro Hektar) einzupflügen und alsdann noch eine Superphosphatdüngung (etwa 200 kg pro Hektar) auf die rauhe Furche zu streuen. Ist der Boden dagegen reich an Phosphorsäure, hat er während einer Reihe von Jahren starke Phosphorsäuredüngungen erhalten; ist er so angereichert, daß der Ertrag nicht sofort zurückgehen würde, wenn man die Phosphorsäuredüngung ein Jahr oder selbst zwei Jahre aussetzen wollte, so bedarf er der Superphosphatdüngung nur in besonderen Fällen. In der Regel genügt es, solchem Boden die entzogene Phosphorsäure durch Thomasmehl zu ersetzen, und es tritt hier thatsächlich das ein, was Maercker über den relativen Wert der löslichen Phosphorsäure des Thomasmehls ausgesprochen hat, die viel umstrittene Behauptung: „1 kg löslicher Thomasmehl-Phosphorsäure hat unter Umständen den gleichen Düngewert wie 1 kg Superphosphat-Phosphorsäure“.

Im Anschluß hieran will ich bemerken, daß die seit einigen Jahren eingeführte Bewertung der Thomasmehle nach ihrem Gehalt an löslicher Phosphorsäure bereits gute Früchte getragen hat. Denn seit man weiß, daß der Düngewert der seither auf den Markt gekommenen Thomasmehle ein sehr verschiedener ist, seit man weiß, daß der Grad der Citronensäurelöslichkeit der Thomasmehl-Phosphorsäure einen genügend zutreffenden Ausdruck für den relativen Dünge-

wert derselben bietet, seit man bestrebt ist, die Thomasmehle nicht mehr nach dem Gehalt an Gesamtphosphorsäure, sondern nach dem an citronensäurelöslicher zu handeln, seit man ferner weiß, daß mit dem höheren Gehalt der Thomasmehle an chemisch gebundener Kieselsäure auch der Löslichkeitsgrad der Phosphorsäure steigt, und seit man erfahren hat, daß es technisch ausführbar ist, den Grad der Löslichkeit zu erhöhen, seitdem verschwinden mehr und mehr die weniger löslichen Thomasmehle vom Markt und die durchschnittliche Qualität derselben ist eine wesentlich bessere geworden. In allen Thomaswerken bemüht man sich, den Löslichkeitsgrad der Mehle auf das erzielbare Maximum zu bringen, und während in früheren Jahren Thomasmehle von nur 70 oder 60% Löslichkeit mehrfach vorgekommen sind, in einzelnen Fällen sogar nur 40% Löslichkeit festgestellt wurde, gehört solche Ware jetzt zu den Seltenheiten. Man kann annehmen, daß der durchschnittliche Löslichkeitsgrad z. Zt. auf 90% gestiegen ist, und nicht selten kommt es vor, daß derselbe 95 bis gegen 100% beträgt.

Die Verwendung von Knochenmehl-Phosphorsäure.

Es sei bei dieser Gelegenheit auch noch der Knochenmehl-Phosphorsäure kurz erwähnt, wenngleich im Hinblick auf die im deutschen Reiche jährlich zur Verwendung kommenden 30 Millionen Centner Thomasmehl und Superphosphat die 1½ Millionen Centner Knochenmehl, die jährlich zur

sondern das Superphospat zu Hilfe nehmen. Es empfiehlt sich, in einen phosphorsäurearmen Boden eine starke Thomasmehldüngung (800—1000 kg pro Hektar) einzupflügen und alsdann noch eine Superphosphatdüngung (etwa 200 kg pro Hektar) auf die rauhe Furche zu streuen. Ist der Boden dagegen reich an Phosphorsäure, hat er während einer Reihe von Jahren starke Phosphorsäuredüngungen erhalten; ist er so angereichert, daß der Ertrag nicht sofort zurückgehen würde, wenn man die Phosphorsäuredüngung ein Jahr oder selbst zwei Jahre aussetzen wollte, so bedarf er der Superphosphatdüngung nur in besonderen Fällen. In der Regel genügt es, solchem Boden die entzogene Phosphorsäure durch Thomasmehl zu ersetzen, und es tritt hier thatsächlich das ein, was Maercker über den relativen Wert der löslichen Phosphorsäure des Thomasmehls ausgesprochen hat, die viel umstrittene Behauptung: „1 kg löslicher Thomasmehl-Phosphorsäure hat unter Umständen den gleichen Düngewert wie 1 kg Superphosphat-Phosphorsäure“.

Im Anschluß hieran will ich bemerken, daß die seit einigen Jahren eingeführte Bewertung der Thomasmehle nach ihrem Gehalt an löslicher Phosphorsäure bereits gute Früchte getragen hat. Denn seit man weiß, daß der Düngewert der seither auf den Markt gekommenen Thomasmehle ein sehr verschiedener ist, seit man weiß, daß der Grad der Citronensäurelöslichkeit der Thomasmehl-Phosphorsäure einen genügend zutreffenden Ausdruck für den relativen Dünge-

wert derselben bietet, seit man bestrebt ist, die Thomasmehle nicht mehr nach dem Gehalt an Gesamtphosphorsäure, sondern nach dem an citronensäurelöslicher zu handeln, seit man ferner weiß, daß mit dem höheren Gehalt der Thomasmehle an chemisch gebundener Kieselsäure auch der Löslichkeitsgrad der Phosphorsäure steigt, und seit man erfahren hat, daß es technisch ausführbar ist, den Grad der Löslichkeit zu erhöhen, seitdem verschwinden mehr und mehr die weniger löslichen Thomasmehle vom Markt und die durchschnittliche Qualität derselben ist eine wesentlich bessere geworden. In allen Thomaswerken bemüht man sich, den Löslichkeitsgrad der Mehle auf das erzielbare Maximum zu bringen, und während in früheren Jahren Thomasmehle von nur 70 oder 60% Löslichkeit mehrfach vorgekommen sind, in einzelnen Fällen sogar nur 40% Löslichkeit festgestellt wurde, gehört solche Ware jetzt zu den Seltenheiten. Man kann annehmen, daß der durchschnittliche Löslichkeitsgrad z. Zt. auf 90% gestiegen ist, und nicht selten kommt es vor, daß derselbe 95 bis gegen 100% beträgt.

Die Verwendung von Knochenmehl-Phosphorsäure.

Es sei bei dieser Gelegenheit auch noch der Knochenmehl-Phosphorsäure kurz erwähnt, wenngleich im Hinblick auf die im deutschen Reiche jährlich zur Verwendung kommenden 30 Millionen Centner Thomasmehl und Superphosphat die 1½ Millionen Centner Knochenmehl, die jährlich zur

Verfügung stehen, nur geringe Bedeutung haben. Ich will hervorheben, daß man die Wirkung der Knochenmehl-Phosphorsäure vielfach unrichtig beurteilt hat. Vor zwölf Jahren schon habe ich einige von uns ausgeführte Versuche veröffentlicht, aus welchen sich ergeben hatte, daß im Vergleich zum Superphosphat und Thomasmehl die Knochenmehl-Phosphorsäure auffallend langsam wirkte, und ich empfahl, anstatt der erheblich teureren Knochenmehl-Phosphorsäure das billigere Thomasmehl zu kaufen. Mein Urteil wurde vielfach mit Befremden aufgenommen; man versuchte die Unrichtigkeit desselben zu beweisen, aber es gelang dies nicht, die Beweise waren nicht richtig. Auch die Arbeiten anderer Forscher, namentlich Maercker's Versuche bestätigten die langsame Wirkung der Knochenmehl-Phosphorsäure, und auch die Fortsetzung unserer hierauf bezüglichen Arbeiten hat ergeben, daß das Thomasmehl überall schneller wirkt, als selbst das best beschaffene Knochenmehl. Nur auf gewissen Wiesenböden wirkt das Knochenmehl schnell, und überall da, wo man sehr geringe Anforderungen an die Phosphate des Bodens stellt, wo die Erträge gering sein dürfen, wo die Pflanzen wenig Phosphorsäure auf der Flächeneinheit aufzunehmen haben, da wird auch das Knochenmehl ausreichen, den Bedarf zu decken. Es kommt ja auf die Anforderungen an, die man stellt. Ich will annehmen, man habe in der Krume von einem Hektar Boden einen Vorrat von 3000 kg Phosphorsäure. Ist man nun mit Erträgen von etwa 12 D.-Ctr. Körner vom Hektar

zufrieden, so brauchen die Pflanzen nicht mehr als 15 kg Phosphorsäure aus dem Boden aufzunehmen. Von den Bodenphosphaten wird dann also eine Löslichkeit von nur 0,5 % verlangt, und ich sehe nicht ein, weshalb es in einem solchen Fall nicht genügen soll, wenn man die dem Boden entzogene Phosphorsäure durch Knochenmehl ersetzt. Will man dagegen nicht 12, sondern 24 oder gar 36 D.-Ctr. Körner vom Hektar ernten, so haben die Pflanzen nicht 15, sondern 30 bezw. 45 kg Phosphorsäure aufzunehmen, und von den Bodenphosphaten wird ein doppelter bis dreimal so hoher Löslichkeitsgrad verlangt. Je intensiver die Kultur und je ärmer der Boden ist, um so größer muß der Löslichkeitsgrad der Bodenphosphate sein; je extensiver dagegen die Kultur oder je reicher der Boden an Phosphorsäure ist, um so geringer sind die Anforderungen, die man an den Löslichkeitsgrad des Phosphorsäurekapitals stellt. Unzweifelhaft werden also Fälle in der Praxis vorkommen, in welchen es genügt, dem Boden die entzogene Phosphorsäure durch das wenngleich langsam wirkende Knochenmehl zu ersetzen, aber trotzdem bleibt der Satz bestehen, daß es unrichtig ist, die schwerer lösliche und langsamer wirkende Phosphorsäure des Knochenmehls höher zu bezahlen, als die erheblich schneller wirkende des Thomasmehls, und niemals wird man einen phosphorsäurearmen Boden zu Höchsterträgen bringen, wenn man ihm keine schneller wirkende Phosphorsäure zuführt, als das Knochenmehl sie bietet.

Zu welcher Zeit und in welcher Weise ist die Phosphorsäuredüngung zu geben?

Herbstdüngung und möglichst tiefes Einpflügen, das ist lange Zeit hindurch die Forderung gewesen für eine rationelle Anwendung der Phosphate. Insbesondere für die Thomasschlacke glaubte man diese Forderung stellen zu müssen. Aber es hat sich dies als unrichtig erwiesen. Im Frühjahr in den Boden gebrachtes Superphosphat wirkt mindestens ebensogut, oft noch besser, als das im Herbst angewendete. Und selbst bei Versuchen mit Thomasschlacke, wenigstens mit sehr leicht löslicher, nämlich einer zu 100 % löslichen englischen Schlacke, haben wir gefunden, daß die im Frühjahr mit dem Boden vermengte etwas besser wirkte, als die im Herbst gegebene, während bei anderen Schlacken kaum ein Unterschied zu finden war. Leicht lösliche Phosphorsäure wird durch Aufnahme von Kalk, Eisenoxyd, Thonerde, Magnesia etwas schwerer beweglich, so daß die im Herbst in den Boden gebrachte in der Regel nicht ganz so schnell wirkt, als die im Frühjahr gegebene. Aber der Unterschied ist so gering, daß ich keinen Wert darauf lege; wirtschaftliche Rücksichten mögen hier entscheiden. Winterfrüchten giebt man im Herbst die Phosphorsäure, desgleichen auch den Äckern, die im Frühjahr nicht mehr gepflügt werden sollen. Aber ich hebe hervor, daß man mit gleichem Erfolg Superphosphat und Thomasschlacke auch während der Wintermonate oder im Frühjahr auf die rauhe Furche streuen kann. Ist der Boden arm, so empfehle ich sogar,

mindestens einen Teil der Phosphorsäuredüngung nicht tief einzupflügen, sondern auf die rauhe Furche zu streuen, damit sie schon dem Keimpflänzchen möglichst nahe gebracht werde. Es ist unrichtig, wenn man glaubt, daß nur ein tiefes Unterbringen die Wirkung sichere. Superphosphat und selbst Thomasmehl haben wir mit befriedigendem Erfolg sogar als Kopfdüngung für Wintergetreide gegeben. Daß dies nur ausnahmsweise und nur des Versuchs halber geschehen ist, darf wohl als selbstverständlich gelten; denn wenn auch die verhältnismäßig schnelle Wirkung einer Kopfdüngung mit Thomasmehl auf Wiesen ja längst bekannt ist und dieselbe nicht minder schnell auch auf einem Luzernefeld einzutreten pflegt, so ist es doch weitaus empfehlenswerter, eine genügende Vorratsdüngung von Thomasmehl bei der Einsaat in den Boden zu pflügen.

Mein Urteil also geht dahin: Es hat im allgemeinen wenig Bedeutung, zu welcher Zeit und wie tief die Phosphate in den Boden gebracht werden, denn es ist Aufgabe, einen armen Boden möglichst schnell durch starke Überschußdüngungen so weit anzureichern, daß die Pflanzen nicht mehr „von der Hand in den Mund" zu leben brauchen, sondern von einem Vorrat im Boden zehren. Nur solange der Boden noch sehr arm ist und die Wirkung einer Phosphorsäuredüngung deutlich erkennen läßt, muß man darauf achten, daß den Pflanzen eine genügende Menge löslicher Phosphorsäure möglichst nahe gebracht wird. Wie bereits gesagt, empfehle ich für solche Fälle die Verwendung reich-

licher und zu beliebiger Zeit zu verwendender Thomasmehl-düngungen, daneben aber die Zuhilfenahme von Super-phosphat, welches in mäßigen Gaben bei der Einsaat und zwar recht zweckmäßig im Gemenge mit gleichzeitig etwa einzubringendem Ammoniaksalz oder Chilisalpeter zur Verwendung gelangt.

Die Kalidüngung.

Nach welchen Grundsätzen ist die Stärke der Kalidüngung zu bemessen?

Die Kalidüngung fordert mehr Sorgfalt als die Phosphorsäuredüngung. Die Phosphorsäure ist schwer be-beweglich im Boden und kann in erheblichem Überschuß ge-geben werden, ohne daß man schädigende Wirkungen noch auch Verluste zu befürchten hat. Das Kali dagegen bleibt leichter beweglich, und die Kalidüngung hat man dem be-sonderen Bedarf des Bodens und der Pflanze weit mehr anzupassen, als die Phosphorsäure. Wenn von 100 Teilen in den Boden gebrachter Phosphorsäure 10—15—20 Teile im ersten Jahr nach erfolgter Düngung aufgenommen werden, so kann man rechnen, daß unter den gleichen Ver-hältnissen von je 100 Teilen Kali 40—60 Teile in die Pflanze wandern. Es würde also ganz unrationell sein, wenn man einen kaliarmen Boden so behandeln wollte, wie einen phosphorsäurearmen. Große Überschußdüngungen sind hier nicht am Platze. Das Kalibedürfnis der zu düngenden Kulturpflanze und der Kalivorrat des betr. Bodens, der in der Regel größer ist als der Vorrat an Phosphorsäure, ist hier sorgfältiger zu berücksichtigen, und ich wende mich daher sogleich zu der Frage:

Welche Kulturpflanzen bedürfen am meisten der Kalidüngung?

Eine erschöpfende Antwort auf diese Frage kann heute noch nicht gegeben werden; die betr. Forschungen sind noch nicht abgeschlossen. Aber ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich als die kalibedürftigsten der landw. Kulturpflanzen die Rübenarten, die Kohlarten und die Kartoffeln bezeichne. Diesen Pflanzen ist zwar die Fähigkeit eigen, die Kalivorräte des Bodens in hervorragendem Maße auszunutzen, aber ihr Bedarf an Kali ist so ausnehmend groß, daß sie selbst auf verhältnismäßig reichen Böden meist nicht imstande sind, die für den Höchstertrag notwendigen Kalimengen dem Boden, selbst nicht dem mit Stallmist gedüngten, zu entnehmen. Unsere Versuche haben dies deutlich erwiesen, und ich will aus denselben das folgende Beispiel hier mitteilen.

Ein Lehmacker in Ernsthofen i. O. erhielt im Januar 1897 700 D.-Ctr. Stallmist pro Hektar und wurde Anfang Juni, kurz vor dem Bepflanzen mit Futterrüben, wie folgt von uns gedüngt:

Parzelle 1: Ohne Düngung.
„ 2: 6 D.-Ctr. Thomasmehl, 12 D.-Ctr. Kainit, 3 D.-Ctr. Chilisalpeter pro Hektar.
„ 3: 6 D.-Ctr. Thomasmehl, 3 D.-Ctr. Chilisalpeter pro Hektar.

Die vorstehenden Salpetermengen wurden am 5. Juli nochmals gegeben.

Die Rübenernte war im Mittel aus je zwei Parallelversuchen pro Hektar berechnet die folgende:

Parzelle	1:	Ungedüngt	521 D.-Ctr.
„	2:	Volldüngung	831 „
„	3:	Volldüngung ohne Kali .	711 „

Wo das Kali an der Volldüngung gefehlt hatte, war also ein um 120 D.-Ctr. Rüben verminderter Ertrag erhalten worden, woraus sich ergiebt, daß selbst die sehr starke Düngung von 700 D.-Ctr. Stallmist pro Hektar das Kalibedürfnis der Rüben nicht hatte befriedigen können. Es ist auch Thatsache, daß das Düngebedürfnis der Rüben für Kali in der Praxis meist unterschätzt wird. Man legt ungenügende Ermittelungen und ungenaue Beobachtungen seinem Urteil zu Grunde. Ich habe nicht selten erfahren, daß man versuchsweise dem Stallmist Kali beigegeben und aus der dann beobachteten Nichtwirkung des Kalisalzes geschlossen hat, daß die Rüben mit Kali genügend versorgt seien. Ein solcher Versuch aber ist falsch angelegt, und der aus ihm gezogene Schluß ist unrichtig. Futterrüben, welche mit Stallmist gedüngt sind, bedürfen in erster Linie einer Zugabe von Stickstoff, und erst die reichere Ernährung mit Stickstoff macht sie fähig, auch ein Kaliquantum zu verarbeiten, welches größer ist, als der Stallmist und der Bodenvorrat es bieten. So ist es Regel.

Auf ein anderes dabei in Betracht kommendes Moment will ich noch hinweisen. Wenn eine Düngung von etwa 6 D.-Ctr. Kainit, die höchstens 20 Mk. kostet, den

Futterrübenertrag von etwa 800 D.-Ctr. auf 850 D.-Ctr. vermehrt, so ist das eine Ertragssteigerung, die man wohl als genügend rentabel erachten darf. Aber sieht man es, daß auf der einen Parzelle 800, auf der andern 850 D.-Ctr. Rüben pro Hektar gewachsen sind? Nein. Selbst der geübteste Praktiker sieht das nicht. Daraus aber folgt, daß eine Kalidüngung selbst dann schon rentabel gewirkt haben kann, wenn der Mehrertrag relativ so gering ist, daß er mit dem Auge noch nicht wahrgenommen, sondern erst durch einen sehr genau ausgeführten und hinreichend kontrollierten Versuch festgestellt werden kann. Es giebt zahlreiche Fälle, in welchen man es mit kalihungrigen Pflanzen zu thun hat, in welchen aber der Kalihunger bezw. die Wirkung einer Kalidüngung der Wahrnehmung sich entzieht, weil die Beobachtung und Prüfung eine zu wenig genaue ist.

Weitaus weniger Kali als die Rüben, Kartoffeln und Kohlarten bedürfen die Halmgewächse. Haben die Futterrüben 500 bis 600 kg Kali vom Hektar aufzunehmen, um Höchsterträge zu liefern, so sind die Halmgewächse schon mit 100 bis 150 kg zufrieden. Ein Irrtum aber ist es, wenn man glaubt, daß deshalb die Kalidüngung der Halmfrüchte auch eine entsprechend geringere Bedeutung habe. Beispielsweise hat die von uns vorgenommene Fortsetzung des oben angeführten Versuches ein Resultat ergeben, welches erkennen läßt, daß der Acker, der trotz reichlicher Stallmistdüngung die Futterrüben nach Kali hungern ließ, auch dem

nachfolgenden Weizen nicht genug Kali zur Verfügung stellte. Der Versuch wurde nämlich in der Weise fortgeführt, daß der auf die Rüben folgende Weizen nur Stickstoff erhielt, die Kali- und Phosphorsäuredüngung also nicht wiederholt wurde. Eine Nachwirkung des Kalis aber machte sich auf das Deutlichste bemerkbar, denn wir erhielten im Mittel aus je zwei Parallelversuchen auf den Hektar berechnet das Folgende:

		Stroh D.-Ctr.	Körner D.-Ctr.
Parzelle 1:	Ohne Düngung	44,0	21,0
" 2:	Kali und Phosphorsäure 1897, Chilisalpeter 1898	92,2	34,9
" 3:	Phosphorsäure 1897, Chilisalpeter 1898	76,4	27,6

Wo also die Vorfrucht eine Kalidüngung erhalten hatte, war unter sonst gleichen Verhältnissen ein Mehrertrag von 15,8 D.-Ctr. Stroh und 7,3 D.-Ctr. Weizenkörner erzielt worden.

Auch auf die Frage, ob unter den verschiedenen Arten der Halmfrüchte ein Unterschied bezüglich ihres Düngebedürfnisses für Kali besteht, kann eine Antwort gegeben werden und zwar die Antwort, daß — soweit bis jetzt Ermittelungen vorliegen — die Gerste das größte, der Hafer das geringste Düngebedürfnis für Kali hat.

Um ein Zahlenbeispiel zu geben, führe ich an, daß wir bei Gefäßversuchen unter sonst gleichen Verhältnissen das Folgende erhielten:

Ohne	Kalidüngung	22 g	Gerstekörner,	64 g	Haferkörner.
Mit	„	80 „	„	90 „	„

Der nicht mit Kali gedüngte Boden lieferte also bei überschüssiger Phosphorsäure- und Stickstoffgabe 64 g Haferkörner, aber nur 22 g Gerstekörner, und daß dieser Mindererertrag an Gerstekörnern thatsächlich auf Kalihunger beruhte, beweist der Umstand, daß die Kalidüngung den Ertrag von 22 g auf 80 g Körner steigerte. Ich füge hinzu, daß auch zahlreiche Fälle aus der Praxis die Gerste als in hohem Grade düngebedürftig für Kali erwiesen haben, und daß man zugleich eine erheblich bessere Qualität der Körner erzielt hat, wenn für reichliche Kaliernährung Sorge getragen war.

Es sei schließlich noch derselbe Rat hier erteilt, den ich bei der Phosphorsäuredüngung gegeben habe: Man dünge vor allem diejenigen Pflanzen reichlich mit Kali — insbesondere die Kleefelder, die Wiesen und die Futterrübenäcker —, deren Produkte in der Wirtschaft zur Verfütterung gelangen. Im Überschuß aufgenommenes Kali geht nicht verloren, sondern bleibt in der Wirtschaft. Kalireiches Futter liefert auch kalireichen Mist, und das im Stallmist der Pflanze dargebotene Kali bietet die verhältnismäßig größte Garantie für eine sichere Wirkung.

Welche Bodenarten bedürfen am meisten der Kalidüngung?

„Sandböden, Moorböden, leichte Wiesenböden müssen mit Kali gedüngt werden, die besseren Lehmböden aber bedürfen der Kalidüngung nicht“, das ist der Satz, der vielfach als allgemein gültig aufgestellt worden ist. Ist der Satz richtig? Nein. In seiner Allgemeinheit ist er falsch. Daß Sandböden, Moorböden und leichte Wiesenböden durchweg arm an Kali sind, ist so allgemein bekannt, daß ich über diese Frage hinweggehen kann. Die Thatsache aber, daß auch unter verhältnismäßig reichen Lehmböden Kalihunger verbreitet ist, muß ich mit Nachdruck hervorheben. Es kommt freilich darauf an, was man unter „Kalihunger“ versteht, und um dies klar zu machen, will ich das oben angeführte Beispiel, das unsern Versuchen entnommen ist, nochmals vor Augen führen.

Der von uns verwendete Acker hatte eine Düngung von 700 D.-Ctr. Stallmist pro Hektar erhalten. War man nun zufrieden, wenn der so gedüngte Boden einen Ertrag von 521 D.-Ctr. Rüben lieferte, so mußte er als nicht kalihungrig bezeichnet werden, denn er lieferte nicht nur den genannten Ertrag, sondern er hielt noch erheblich mehr Kali den Pflanzen zur Verfügung; er enthielt einen Überschuß an Kali, er lieferte, als der Boden mit Stickstoff und Phosphorsäure gedüngt wurde, den Rübenpflanzen noch so viel Kali, als zu einer Produktion von weiteren

[illegible] aber war [illegible] und [illegible] Boden und [illegible] eine [illegible] aber Kali- [illegible] weitere [illegible]

[illegible] Ein [illegible] kali- [illegible] man [illegible] dem, [illegible] Boden [illegible] Höchst- [illegible] werden, [illegible] Phos- [illegible] der Boden [illegible] von [illegible] des Bodens [illegible] für den [illegible]

[illegible] Boden ent- [illegible] Kali, und das ist [illegible] Meinung zu [illegible] daß eine Kalidüngung keine [illegible] Aber wir haben gesehen, daß solche [illegible] zutrifft, wo man mit geringen

Erträgen zufrieden ist. Bei schwacher Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung finden die Pflanzen genug Kali, um so viel Erntesubstanz zu produzieren, als der schwachen Phosphorsäure-Stickstoffernährung entspricht; Kalibeidüngungen wirken dann nicht. Steigert man aber die Phosphorsäure-Stickstoffdüngung so weit, als die Produktion von Höchsterträgen es verlangt, so finden die Pflanzen selbst auf relativ reichen Böden nicht genug Kali, um denjenigen Ertrag zu produzieren, welcher der gesteigerten Phosphorsäure-Stickstoffdüngung entspricht. Kalidüngungen sind jetzt von Erfolg und der Boden stellt sich als kalihungrig dar. Ich bin überzeugt, daß es mit vielen Böden so der Fall ist, mit vielen Böden, von welchen man auf Grund ungenauer Beobachtungen und unkritischer Deutungen von Versuchsresultaten uneingeschränkt zu behaupten pflegt, daß sie die Kalidüngung nicht lohnen.

An einem Beispiel aus der Praxis sei gezeigt, wie hoch die Anforderungen an das Kalikapital des Bodens sind, die man bei intensiver Kultur stellt.

In der Wirtschaft, die ich weiter unten näher bespreche, sind jährlich in Kultur:

1,375 ha Futterrüben,
1,375 „ Kartoffeln,
5,5 „ Weizen,
5,5 „ Hafer,
2,75 „ Rotklee,

licher und zu beliebiger Zeit zu verwendender Thomasmehl-düngungen, daneben aber die Zuhilfenahme von Super-phosphat, welches in mäßigen Gaben bei der Einsaat und zwar recht zweckmäßig im Gemenge mit gleichzeitig etwa einzubringendem Ammoniaksalz oder Chilisalpeter zur Verwendung gelangt.

Die Kalidüngung.

Nach welchen Grundsätzen ist die Stärke der Kalidüngung zu bemessen?

Die Kalidüngung fordert mehr Sorgfalt als die Phosphorsäuredüngung. Die Phosphorsäure ist schwer bebeweglich im Boden und kann in erheblichem Überschuß gegeben werden, ohne daß man schädigende Wirkungen noch auch Verluste zu befürchten hat. Das Kali dagegen bleibt leichter beweglich, und die Kalidüngung hat man dem besonderen Bedarf des Bodens und der Pflanze weit mehr anzupassen, als die Phosphorsäure. Wenn von 100 Teilen in den Boden gebrachter Phosphorsäure 10—15—20 Teile im ersten Jahr nach erfolgter Düngung aufgenommen werden, so kann man rechnen, daß unter den gleichen Verhältnissen von je 100 Teilen Kali 40—60 Teile in die Pflanze wandern. Es würde also ganz unrationell sein, wenn man einen kaliarmen Boden so behandeln wollte, wie einen phosphorsäurearmen. Große Überschußdüngungen sind hier nicht am Platze. Das Kalibedürfnis der zu düngenden Kulturpflanze und der Kalivorrat des betr. Bodens, der in der Regel größer ist als der Vorrat an Phosphorsäure, ist hier sorgfältiger zu berücksichtigen, und ich wende mich daher sogleich zu der Frage:

Welche Kulturpflanzen bedürfen am meisten der Kalidüngung?

Eine erschöpfende Antwort auf diese Frage kann heute noch nicht gegeben werden; die betr. Forschungen sind noch nicht abgeschlossen. Aber ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich als die kalibedürftigsten der landw. Kulturpflanzen die Rübenarten, die Kohlarten und die Kartoffeln bezeichne. Diesen Pflanzen ist zwar die Fähigkeit eigen, die Kalivorräte des Bodens in hervorragendem Maße auszunutzen, aber ihr Bedarf an Kali ist so ausnehmend groß, daß sie selbst auf verhältnismäßig reichen Böden meist nicht imstande sind, die für den Höchstertrag notwendigen Kalimengen dem Boden, selbst nicht dem mit Stallmist gedüngten, zu entnehmen. Unsere Versuche haben dies deutlich erwiesen, und ich will aus denselben das folgende Beispiel hier mitteilen.

Ein Lehmacker in Ernsthofen i. O. erhielt im Januar 1897 700 D.-Ctr. Stallmist pro Hektar und wurde Anfang Juni, kurz vor dem Bepflanzen mit Futterrüben, wie folgt von uns gedüngt:

Parzelle 1: Ohne Düngung.
„ 2: 6 D.-Ctr. Thomasmehl, 12 D.-Ctr. Kainit, 3 D.-Ctr. Chilisalpeter pro Hektar.
„ 3: 6 D.-Ctr. Thomasmehl, 3 D.-Ctr. Chilisalpeter pro Hektar.

Die vorstehenden Salpetermengen wurden am 5. Juli nochmals gegeben.

Die Rübenernte war im Mittel aus je zwei Parallelversuchen auf den Hektar berechnet die folgende:

Parzelle 1:	Ungedüngt	521 D.-Ctr.
„ 2:	Volldüngung	831 „
„ 3:	Volldüngung ohne Kali .	711 „

Wo das Kali an der Volldüngung gefehlt hatte, war also ein um 120 D.-Ctr. Rüben verminderter Ertrag erhalten worden, woraus sich ergiebt, daß selbst die sehr starke Düngung von 700 D.-Ctr. Stallmist pro Hektar das Kalibedürfnis der Rüben nicht hatte befriedigen können. Es ist auch Thatsache, daß das Düngebedürfnis der Rüben für Kali in der Praxis meist unterschätzt wird. Man legt ungenügende Ermittelungen und ungenaue Beobachtungen seinem Urteil zu Grunde. Ich habe nicht selten erfahren, daß man versuchsweise dem Stallmist Kali beigegeben und aus der dann beobachteten Nichtwirkung des Kalisalzes geschlossen hat, daß die Rüben mit Kali genügend versorgt seien. Ein solcher Versuch aber ist falsch angelegt, und der aus ihm gezogene Schluß ist unrichtig. Futterrüben, welche mit Stallmist gedüngt sind, bedürfen in erster Linie einer Zugabe von Stickstoff, und erst die reichere Ernährung mit Stickstoff macht sie fähig, auch ein Kaliquantum zu verarbeiten, welches größer ist, als der Stallmist und der Bodenvorrat es bieten. So ist es Regel.

Auf ein anderes dabei in Betracht kommendes Moment will ich noch hinweisen. Wenn eine Düngung von etwa 6 D.-Ctr. Kainit, die höchstens 20 Mk. kostet, den

Futterrübenertrag von etwa 800 D.-Ctr. auf 850 D.-Ctr. vermehrt, so ist das eine Ertragssteigerung, die man wohl als genügend rentabel erachten darf. Aber sieht man es, daß auf der einen Parzelle 800, auf der andern 850 D.-Ctr. Rüben pro Hektar gewachsen sind? Nein. Selbst der geübteste Praktiker sieht das nicht. Daraus aber folgt, daß eine Kalidüngung selbst dann schon rentabel gewirkt haben kann, wenn der Mehrertrag relativ so gering ist, daß er mit dem Auge noch nicht wahrgenommen, sondern erst durch einen sehr genau ausgeführten und hinreichend kontrollierten Versuch festgestellt werden kann. Es giebt zahlreiche Fälle, in welchen man es mit kalihungrigen Pflanzen zu thun hat, in welchen aber der Kalihunger bezw. die Wirkung einer Kalidüngung der Wahrnehmung sich entzieht, weil die Beobachtung und Prüfung eine zu wenig genaue ist.

Weitaus weniger Kali als die Rüben, Kartoffeln und Kohlarten bedürfen die Halmgewächse. Haben die Futterrüben 500 bis 600 kg Kali vom Hektar aufzunehmen, um Höchsterträge zu liefern, so sind die Halmgewächse schon mit 100 bis 150 kg zufrieden. Ein Irrtum aber ist es, wenn man glaubt, daß deshalb die Kalidüngung der Halmfrüchte auch eine entsprechend geringere Bedeutung habe. Beispielsweise hat die von uns vorgenommene Fortsetzung des oben angeführten Versuches ein Resultat ergeben, welches erkennen läßt, daß der Acker, der trotz reichlicher Stallmistdüngung die Futterrüben nach Kali hungern ließ, auch dem

nachfolgenden Weizen nicht genug Kali zur Verfügung stellte. Der Versuch wurde nämlich in der Weise fortgeführt, daß der auf die Rüben folgende Weizen nur Stickstoff erhielt, die Kali- und Phosphorsäuredüngung also nicht wiederholt wurde. Eine Nachwirkung des Kalis aber machte sich auf das Deutlichste bemerkbar, denn wir erhielten im Mittel aus je zwei Parallelversuchen auf den Hektar berechnet das Folgende:

		Stroh D.-Ctr.	Körner D.-Ctr.
Parzelle 1:	Ohne Düngung	44,0	21,0
" 2:	Kali und Phosphorsäure 1897, Chilisalpeter 1898	92,2	34,9
" 3:	Phosphorsäure 1897, Chilisalpeter 1898	76,4	27,6

Wo also die Vorfrucht eine Kalidüngung erhalten hatte, war unter sonst gleichen Verhältnissen ein Mehrertrag von 15,8 D.-Ctr. Stroh und 7,3 D.-Ctr. Weizenkörner erzielt worden.

Auch auf die Frage, ob unter den verschiedenen Arten der Halmfrüchte ein Unterschied bezüglich ihres Düngebedürfnisses für Kali besteht, kann eine Antwort gegeben werden und zwar die Antwort, daß — soweit bis jetzt Ermittelungen vorliegen — die Gerste das größte, der Hafer das geringste Düngebedürfnis für Kali hat.

Um ein Zahlenbeispiel zu geben, führe ich an, daß wir bei Gefäßversuchen unter sonst gleichen Verhältnissen das Folgende erhielten:

Ohne Kalidüngung	22 g Gerstekörner,	64 g Haferkörner.
Mit „	80 „ „	90 „ „

Der nicht mit Kali gedüngte Boden lieferte also bei überschüssiger Phosphorsäure- und Stickstoffgabe 64 g Haferkörner, aber nur 22 g Gerstekörner, und daß dieser Mindererertrag an Gerstekörnern thatsächlich auf Kalihunger beruhte, beweist der Umstand, daß die Kalidüngung den Ertrag von 22 g auf 80 g Körner steigerte. Ich füge hinzu, daß auch zahlreiche Fälle aus der Praxis die Gerste als in hohem Grade düngebedürftig für Kali erwiesen haben, und daß man zugleich eine erheblich bessere Qualität der Körner erzielt hat, wenn für reichliche Kaliernährung Sorge getragen war.

Es sei schließlich noch derselbe Rat hier erteilt, den ich bei der Phosphorsäuredüngung gegeben habe: Man dünge vor allem diejenigen Pflanzen reichlich mit Kali — insbesondere die Kleefelder, die Wiesen und die Futterrübenäcker —, deren Produkte in der Wirtschaft zur Verfütterung gelangen. Im Überschuß aufgenommenes Kali geht nicht verloren, sondern bleibt in der Wirtschaft. Kalireiches Futter liefert auch kalireichen Mist, und das im Stallmist der Pflanze dargebotene Kali bietet die verhältnismäßig größte Garantie für eine sichere Wirkung.

Welche Bodenarten bedürfen am meisten der Kalidüngung?

„Sandböden, Moorböden, leichte Wiesenböden müssen mit Kali gedüngt werden, die besseren Lehmböden aber bedürfen der Kalidüngung nicht“, das ist der Satz, der vielfach als allgemein gültig aufgestellt worden ist. Ist der Satz richtig? Nein. In seiner Allgemeinheit ist er falsch. Daß Sandböden, Moorböden und leichte Wiesenböden durchweg arm an Kali sind, ist so allgemein bekannt, daß ich über diese Frage hinweggehen kann. Die Thatsache aber, daß auch unter verhältnismäßig reichen Lehmböden Kalihunger verbreitet ist, muß ich mit Nachdruck hervorheben. Es kommt freilich darauf an, was man unter „Kalihunger“ versteht, und um dies klar zu machen, will ich das oben angeführte Beispiel, das unsern Versuchen entnommen ist, nochmals vor Augen führen.

Der von uns verwendete Acker hatte eine Düngung von 700 D.-Ctr. Stallmist pro Hektar erhalten. War man nun zufrieden, wenn der so gedüngte Boden einen Ertrag von 521 D.-Ctr. Rüben lieferte, so mußte er als nicht kalihungrig bezeichnet werden, denn er lieferte nicht nur den genannten Ertrag, sondern er hielt noch erheblich mehr Kali den Pflanzen zur Verfügung; er enthielt einen Überschuß an Kali, er lieferte, als der Boden mit Stickstoff und Phosphorsäure gedüngt wurde, den Rübenpflanzen noch so viel Kali, als zu einer Produktion von weiteren

190 D.-Ctr. Rüben erforderlich war. Damit aber war die Grenze erreicht. Die angewendete Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung konnte mit dem in Boden und Stallmistdüngung zur Verfügung stehenden Kali eine weitere Ertragssteigerung nicht bewirken. Wurde aber Kalidüngung gegeben, so erhöhte sich der Ertrag um weitere 120 D.-Ctr. Rüben vom Hektar.

Ich denke, dies Beispiel stellt die Sache klar. Ein und derselbe Boden kann je nach Umständeu als nicht kalihungrig und auch als kalihungrig sich erweisen. Ist man mit geringen Erträgen zufrieden, begnügt man sich mit dem, was die Stallmistdüngung produziert, so ist ein Boden wie der vorliegende nicht kalihungrig; will man aber Höchsterträge, wie sie nur durch intensive Düngung erzielt werden, so ist bei einem Boden wie dem vorliegenden eine Phosphorsäure-Stickstoffdüngung nicht ausreichend; der Boden ist dann auch kalihungrig, er bedarf der Zuführung von leichtlöslichem Kali, weil aus dem Vorrat des Bodens nicht so viel Kali löslich gemacht werden kann, als für den Höchstertrag notwendig ist.

Der in unserm Beispiel vorliegende Boden enthielt nicht weniger als 0,44 % Kali, und das ist ein Gehalt, wie er nach weitverbreiteter Meinung zu der Voraussage berechtigt, daß eine Kalidüngung keine Wirkung äußert. Aber wir haben gesehen, daß solche Voraussage nur da zutrifft, wo man mit geringen

Erträgen zufrieden ist. Bei schwacher Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung finden die Pflanzen genug Kali, um so viel Erntesubstanz zu produzieren, als der schwachen Phosphorsäure-Stickstoffernährung entspricht; Kalibeidüngungen wirken dann nicht. Steigert man aber die Phosphorsäure-Stickstoffdüngung so weit, als die Produktion von Höchsterträgen es verlangt, so finden die Pflanzen selbst auf relativ reichen Böden nicht genug Kali, um denjenigen Ertrag zu produzieren, welcher der gesteigerten Phosphorsäure-Stickstoffdüngung entspricht. Kalidüngungen sind jetzt von Erfolg und der Boden stellt sich als kalihungrig dar. Ich bin überzeugt, daß es mit vielen Böden so der Fall ist, mit vielen Böden, von welchen man auf Grund ungenauer Beobachtungen und unkritischer Deutungen von Versuchsresultaten uneingeschränkt zu behaupten pflegt, daß sie die Kalidüngung nicht lohnen.

An einem Beispiel aus der Praxis sei gezeigt, wie hoch die Anforderungen an das Kalikapital des Bodens sind, die man bei intensiver Kultur stellt.

In der Wirtschaft, die ich weiter unten näher bespreche, sind jährlich in Kultur:

1,375 ha Futterrüben,
1,375 „ Kartoffeln,
5,5 „ Weizen,
5,5 „ Hafer,
2,75 „ Rotklee,

und nach unsern Ermittelungen sind die Erträge dort bei intensiver Verwendung von Handelsdüngern zu steigern auf:

1000	D.-Ctr.	Futterrüben	vom	Hektar.
300	„	Kartoffeln	„	„
40	„	Weizenkörner	„	„
40	„	Haferkörner	„	„
150	„	Rotkleeheu	„	„

Diese Erträge werden natürlich nicht in jedem Jahr erhalten; es mißrät einmal die eine oder die andere Frucht, aber es ist rationell, den Pflanzen so viel leicht aufnehmbares Kali zur Verfügung zu stellen, als zur Produktion der erzielbaren Erträge erforderlich ist. Das jährlich aus Boden und Düngung den Pflanzen zur Verfügung zu stellende Kaliquantum aber berechnet sich dann auf 3281 kg Kali für die bebaute Ackerfläche. Zur Deckung dieses Kalibedarfs stehen zur Verfügung:

1642 D.-Ctr. Stallmist	mit	985 kg Kali
779 hl Jauche . . .	„	701 „ „
	Zusammen:	1686 kg Kali.

Bringt man diese 1686 kg betragende, in Mist und Jauche zur Verfügung stehende Kalimenge von obigen 3281 kg in Abzug, so bleibt ein Rest von 1595 kg Kali als ungedeckter Bedarf für die gesamte Ackerfläche oder von 96 kg Kali für den Hektar.

Nun aber frage ich: Wird der Boden imstande sein, jährlich 96 kg Kali pro Hektar aus seinem Vorrat den Pflanzen zu liefern, bezw. wie lange wird er dazu imstande bleiben, wenn er keinen oder nur unvollständigen Ersatz für die ihm entzogenen Kalimengen erhält? Bezieht man diese Frage auf den in unserm Beispiel vorliegenden Boden, so lautet die Antwort: Der Boden ist trotz seines relativ hohen Gehaltes von 0,33 % Kali nicht imstande, die geforderten Kalimengen zur Verfügung zu stellen; die erzielbaren Erträge werden nachgewiesenermaßen nur dann erhalten, wenn neben intensiver Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung auch eine reichlich bemessene Kalidüngung gegeben wird, und es ist als rationell zu erachten, dem in Rede stehenden Boden annähernd vollen Ersatz für die ihm entzogenen Mengen von Kali zu geben.

Da nun aber sehr viel „bessere Lehmböden“ vorkommen, die nicht kalireicher sind als der vorliegende, und denen auch nicht mehr Stallmist und Jauche zur Verfügung steht, als in unserm Fall, so ist anzunehmen, daß auch auf vielen besseren Lehmböden Höchsterträge nur dann erzielbar sind, wenn außer Phosphorsäure- und Stickstoffgaben nicht zu gering bemessene Kaligaben verwendet werden.

Zur Unterstützung dieser Annahme seien noch einige Ergebnisse hier mitgeteilt, die wir bei Düngungsversuchen auf kalireichen Lehmäckern erhalten haben.

Versuchsreihe	Gehalt des Bodens an Kali	Durch „Volldüngung“ (Stickstoff, Phosphorsäure und Kali) wurde gegen ungedüngt an Mehrertrag vom Hektar erzielt		Fehlte an der „Volldüngung“ das Kali, so sank der Mehrertrag vom Hektar auf
Nr.	%	D.-Ctr.		D.-Ctr.
531 b	0,466	222	Rüben	104
566 a	0,483	230	„	169
424 a	0,476	33	Kartoffeln	13,2
426 a	0,407	45,9	„	16,9
419 a	0,557	7,4	Hafer	3,9
607 a	0,439	14,7	Gerste	8,5

Welche Kalisalze sind für die Düngung die wichtigsten?

Bis vor kurzem wurde fast ausschließlich der Kainit zur Düngung verwendet. Die konzentrierten Salze waren sehr wenig im Gebrauch, da in ihnen das Kali erheblich höher bezahlt werden mußte, als im Kainit. Mehr und mehr aber hat sich das Bedürfnis nach einem Kalisalz herausgestellt, welches weniger Chlor und Natron enthält, als der Kainit. Auf je 100 Teile Kali enthält der Kainit nicht weniger als 160 Teile Natron und 250 Teile Chlor. Das ist mehr, als die Kulturpflanzen bedürfen, unter Umständen sogar mehr, als ihnen zuträglich ist, denn Chlor sowohl wie Natron können einerseits eine günstige Wirkung, andrerseits aber auch, sobald sie in sehr großer Menge in den Boden gelangen, eine ungünstige Wirkung ausüben. Eine günstige Wirkung des Chlors zeigt sich besonders bei Futter-

rüben. Halmgewächse bedürfen nur 10 kg, Zuckerrüben, Kleearten, Raps 15—30 kg, die Futterrüben aber nicht weniger als 120—150 kg Chlor pro Hektar. Die Futterrübe hat sich bei unsern Versuchen als empfänglich für Chlor erwiesen. Nach einer Düngung mit chlorreichen Kalisalzen wurden erheblich höhere Erträge erzielt, als nach Düngungen mit schwefelsaurem Kali, kohlensaurem Kali, schwefelsaurer Kalimagnesia, salpetersaurem Kali, kieselsaurem Kali, also durch Düngung mit Salzen, die frei von Chlor waren. Eine nachteilige Wirkung des Chlors zeigte sich bei Futterrüben selbst nach starker Düngung nicht. Auf Zuckerrüben, Kartoffeln und Halmgewächse dagegen wirkt das Chlor leicht schädlich; man hat diesen Pflanzen daher möglichst nicht bei der Einsaat, sondern bei der Herbstbestellung, im Winter oder im zeitigen Frühjahr die chlorreichen Kalisalze zu geben, damit das Chlor sich verdünne, im Boden sich verteile und in tiefere Schichten sich verbreite.

Wie das Chlor, so kann auch das Natron, je nach Umständen, bald günstig, bald ungünstig wirken. Das Natron ist kein Pflanzennährstoff, wenigstens insofern nicht, als die Kulturpflanzen auch ohne Natron normal gedeihen. Nach unsern Ermittelungen aber ist nicht zu verkennen, daß mäßige Natrongaben einen günstigen Einfluß auf die Entwickelung mancher Kulturpflanzen ausüben. Vor allem sind es wieder die Futterrüben, die das Natron lieben, insbesondere dann, wenn der Boden nicht reich ist an Kali. Eine teilweise Vertretung des Kalis kann das Natron übernehmen.

Auch die Menge von Natron, welche die Futterrübe in ihrer Erntemasse enthält, ist weitaus größer als bei andern Pflanzen. Während die Halmgewächse, Kartoffeln, Kleearten 7—15 kg, die Zuckerrüben 50 kg in ihren Erträgen aufweisen, nehmen die Futterrüben nicht weniger als 200 kg Natron vom Hektar auf. Nachteilige Wirkungen starker Natrongaben auf die Entwickelung der Pflanzen sind bisher nicht nachgewiesen worden, wenigstens keine direkten. Indirekt aber kann das Natron dadurch nachteilig wirken, daß es die physikalische Beschaffenheit des Bodens in ungünstiger Weise beeinflußt. Das Natron wird von den thonigen Teilen des Bodens gebunden, und die Anziehungskraft zwischen Natron und Thonteilen ist so groß, daß ein mit Natron stark gedüngter Lehm- oder Thonboden zähe wird, sich schwer bearbeiten läßt, zu Krustenbildung neigt, beim Austrocknen harte Schollen bildet, das Wasser nicht leicht durchsickern läßt und dem Eindringen der atmosphärischen Luft Widerstand leistet. Auf leichtem Sandboden treten diese Erscheinungen viel weniger auf. Es kann die geschilderte Wirkung des Natrons auf sehr leichtem, allzu losem und allzu durchlässigem Sandboden sogar eine vorteilhafte sein, soweit sie wenigstens eine bestimmte Grenze nicht überschreitet.

Da nun der hohe Chlor- und Natrongehalt des Kainits unter Umständen nachteilig auf die Pflanzen wirken kann, so hat sich, wie gesagt, das Bedürfnis nach einem Kalisalz fühlbar gemacht, welches ärmer an Chlor und Natron ist,

als der Kainit, zugleich aber nicht so hoch im Preise steht, wie die hochkonzentrierten Salze, wie das 50%ige Chlorkalium, das schwefelsaure Kali, die schwefelsaure Kalimagnesia und die übrigen. Die Kaliwerke sind diesem Bedürfniß entgegen gekommen, sie bringen einige konzentriertere Düngesalze zu Preisen in den Handel, welche eine Konkurrenz mit dem Kainit ermöglichen. Unter diesen Salzen ist der „40%ige Kalidünger" das wichtigste. Derselbe enthält auf je 100 Teile Kali:

120 Teile Chlor und 40 Teile Natron,

während im Kainit auf je 100 Teile Kali

250 Teile Chlor und 160 Teile Natron

enthalten sind. Der 40%ige Kalidünger ist also sehr wesentlich ärmer an Chlor und Natron, als der Kainit, und es bleibt zu prüfen, unter welchen Verhältnissen man dem 40%igen Kalidünger den Vorzug geben soll.

Das Preisverhältnis zwischen beiden Salzen ist z. Zt. das folgende. Es kostet ab Staßfurt 1 kg Kali:

im Kainit . . . . 11,50 Pfg.,
„ 40%igen Kalidünger . 16,00 „

und es erhöhen sich diese Preise durch Zurechnung der Frachtkosten

bei einer Entfernung von 400 km:

im Kainit auf . . . . . . 16,80 Pfg.,
„ 40%igen Kalidünger auf 17,65 „

bei einer Entfernung von 800 km:

im Kainit auf . . . . . 19,40 Pfg.

„ 40 %igen Kalidünger auf 18,45 „

Je weiter die Entfernung von Staßfurt, um so mehr vermindert sich im Vergleich zum Kainit der Preis des 40 %igen Kalidüngers und um so mehr wird man zu ausschließlicher Verwendung dieses Kalisalzes übergehen; je geringer dagegen die Entfernung, um so mehr wird man die Kainitdüngung der größeren Billigkeit halber beibehalten und nur da den 40 %igen Kalidünger verwenden, wo erhebliche Nachteile vom hohen Chlor- und Natrongehalt starker und oft wiederkehrender Kainitdüngungen zu befürchten sind, also da, wo man es mit schweren Böden zu thun hat oder wo noch unmittelbar vor der Saatbestellung eine Kalidüngung gegeben werden soll.

Es bleibt zum Schluß noch ein weiteres Moment anzuführen. Kommt das Chlor der Kalisalze mit dem kohlensauren Kalk des Bodens in Berührung, so verbindet es sich mit dem Kalk zu Chlorcalcium, welches als leichtlösliches Salz gelegentlich in tiefere Bodenschichten versickert. Das Chlor der Kalisalze bewirkt also einen gewissen Verlust der Bodenkrume an kohlensaurem Kalk, und dieser Verlust wird um so fühlbarer sein, je reicher das Kalisalz an Chlor und je ärmer der Boden an Kalk ist. Durch je 100 kg Kali, die man in Form von Kainit in den Boden bringt und mit welchen man zugleich 250 kg Chlor dem Boden zuführt, werden rund 350 kg kohlensaurer Kalk

dem Boden entführt, die durch rund 200 kg gebrannten Kalk wieder ersetzt werden müssen, falls der Boden den Verlust nicht tragen kann. Giebt man die 100 kg Kali dagegen in Form von 40 %igem Kalidünger, so ist dem halben Chlorgehalt dieses Salzes entsprechend auch der Kalkverlust nur halb so groß als beim Kainit.

Über die Frage, in welchen Fällen besser das 40 %ige Kalisalz, in welchen dagegen nach wie vor der Kainit verwendet werden kann, ist, wenn ich die bis heute erhaltenen Ergebnisse unserer Versuche zusammenfasse, das Folgende zu sagen:

Zunächst hat man die Bodenart zu berücksichtigen. Je schwerer der Boden ist, um so mehr soll man von der Kainitdüngung sich abwenden und dem natronärmeren 40 %igen Kalisalz sich zuwenden.

Sodann ist die Art der Kulturpflanze zu berücksichtigen. Am meisten Chlor verlangt und verträgt die Futterrübe. Erheblich weniger bedarf und verträgt die Zuckerrübe. Dann folgen die Halmgewächse, dann der Klee, dann die Kartoffeln. Futterrüben und Kartoffeln sind bezüglich ihres Chlor- und Natrongehaltes als Extreme anzusehen. Futterrüben bedürfen und vertragen am meisten Chlor und Natron, die Kartoffeln am wenigsten, und dazwischen liegen die anderen Kulturpflanzen in der genannten Folge. Als die zuträglichste Kaliform für Kartoffeln darf der Stallmist und die Mistjauche gelten, und man hat dies auch in der landwirtschaftlichen Praxis gefunden. Im Stallmist und in der Mistjauche kommen auf

je 100 Teile Kali nur 25 Teile Chlor, während im 40 % igen Salz auf 100 Teile Kali 120 Teile und im Kainit 250 Teile Chlor kommen. Es ist also empfehlenswert, insbesondere da, wo Kartoffeln in Stallmist gebaut werden, möglichst kalireichen Stallmist zu produzieren. Einen solchen erhält man, wenn man diejenigen Äcker, von welchen das Streustroh geerntet wird, sowie die Wiesen und Futterfelder reichlich mit Kali düngt. Führt man den Halmgewächsen viel Kali zu, so erhöht sich der prozentische Kaligehalt der Körner zwar nicht, derjenige des Strohs aber steigert sich erheblich. Wir haben bei Feldversuchen gefunden, daß 1000 kg Getreidestroh bald 10, bald 15 kg Kali enthielten, je nachdem der Acker nicht oder stark mit Kali gedüngt war. Wir haben ferner gefunden, daß 1000 kg Wiesenheu bald 10, bald 26 kg Kali enthielten, je nachdem die Wiese hungerte oder mit Kali gesättigt war, und wir haben endlich gefunden, daß 100 D.-Ctr. Stallmist bald 36, bald 74 kg Kali enthielten, je nachdem der Mist aus einer Wirtschaft gewonnen war, die einen kaliarmen oder aber einen kalireichen bezw. mit viel Kali gedüngten Boden besaß.

Sodann ist bezüglich der Wahl des Kalisalzes auch die Jahreszeit, in welcher die Düngung gegeben werden soll, zu berücksichtigen. Herbstdüngung mit Kainit hat eine starke Verdünnung der Salzlösung zur Folge und wirkt infolgedessen weniger nachteilig selbst auf empfindliche Pflanzen, als die Frühjahrsdüngung. Endlich aber kommt noch die Stärke der Düngung in Betracht. Je stärker die

Kalidüngung bemessen wird, um so mehr wird man das reinere Salz vorziehen; je geringer das Kalibedürfnis des Bodens für Kali ist, um so weniger Vorsicht ist notwendig. Ist es ausreichend, wenn man dem Boden nicht mehr als etwa 3 D.-Ctr. Kainit pro Hektar zuführt, so werden die in dieser geringen Kalidüngung enthaltenen Nebensalze nicht schaden. Hat man aber so viel Kali dem Boden zuzuführen, als einer Düngung von etwa 6 oder 8 oder 10 D.-Ctr. Kainit pro Hektar entspricht, so wird man lieber das chlor- und natronärmere 40%ige Kalisalz verwenden.

Wann und in welcher Weise sind die Kalisalze in den Boden zu bringen?

Aus den vorstehenden Darlegungen ergiebt sich, daß es empfehlenswert ist, die Kalisalze der besseren Verteilung des Chlors halber möglichst im Herbst, im Winter oder im zeitigen Frühjahr in den Boden zu bringen oder auf die rauhe Furche zu streuen, insbesondere dann, wenn man den an Chlor reicheren Kainit verwendet. Nur bei der Düngung der Futterrüben braucht man nicht so vorsichtig zu sein, denn das Chlor wirkt günstig auf die Futterrüben, und auch ein erheblicher Überschuß davon thut ihnen noch keinen Schaden. Auch die Halmgewächse sind nicht so empfindlich, jedenfalls weniger empfindlich gegen frische Kalidüngung als die Kartoffeln. Es empfiehlt sich, den Kartoffeln dadurch einen an Kali

reicheren Boden zu bieten, daß man möglichst die Vorfrucht mit einem Überschuß von Kali düngt und für die Kartoffeln dann keine oder nur geringe und im Herbst zu gebende Kalidüngungen verwendet.

Zur Frage des Unterbringens sei bemerkt, daß man die Kalisalze, die mit jedem andern Handelsdünger im Gemenge ausgestreut werden können, am besten in den Boden pflügt oder auf die rauhe Furche streut.

Mischungen von Kalisalz mit Thomasmehl erhärten leicht, wenn sie nicht sogleich ausgestreut werden; die Beimischung einiger Prozente Torfmull oder Sägespäne verhindert die Erhärtung und ist auch da zu empfehlen, wo man die Kalisalze ohne Zumischung von Thomasmehl längere Zeit aufbewahrt.

Die Stickstoffdüngung.

Nach welchen Grundsätzen ist die Stärke der Stickstoffdüngung zu bemessen?

Die Phosphorsäure — so haben wir gesehen — ist im Überschuß zu geben; bei der Zumessung des Kalis dagegen ist weit mehr als bei der Phosphorsäure der momentane Bedarf des Bodens und der zu bauenden Kulturpflanze zu berücksichtigen, eine größere Überschußdüngung zu vermeiden; beim Stickstoff aber hat man jeden Überschuß zu vermeiden und die Stärke der Stickstoffdüngung so genau wie möglich dem augenblicklichen Bedarf des Bodens und der Pflanze anzupassen.

Es ist nicht möglich, einer Regelung der Stickstoffdüngung das Princip zu Grunde zu legen, welches wir bei der Phosphorsäuredüngung als das richtige erkannt haben. Die folgenden Überlegungen werden dies zeigen.

Wenn wir Phosphorsäure in den Boden bringen, so bleibt die ganze Menge derselben den Pflanzen zur Verfügung, es geht nichts oder nur wenig verloren. In die Luft entweicht keine Phosphorsäure und in das Grundwasser wird sehr wenig davon gewaschen. Dazu kommt,

daß die Düngung die einzige Quelle ist, aus welcher der Boden Phosphorsäure erhält; wir haben es also mit bestimmten und kontrollierbaren Verhältnissen zu thun, wir können mit einem hohen Grad von Zuverlässigkeit mit dem Phosphorsäurevorrat des Bodens rechnen.

Wie aber steht es mit dem Stickstoff? Bleibt auch ein Überschuß von Stickstoff, den man in den Boden bringt, in seiner ganzen Menge den Pflanzen erhalten? Nein, es ist vielmehr bekannt, daß der Salpeterstickstoff, in den ja schließlich alle Stickstoffverbindungen, mit denen wir es zu thun haben, — Humusstickstoff, Stallmiststickstoff, Guanostickstoff, Gründüngerstickstoff, Knochenmehl-, Hornmehl-, Blutmehl-, Fleischmehlstickstoff, Ammoniakstickstoff u. s. w. — übergehen, vom Boden nicht gebunden wird. Er folgt dem Lauf des Bodenwassers und es kann bald mehr, bald weniger Salpeterstickstoff in das Grundwasser oder in das Drainwasser geführt werden. Wieviel das ist, können wir im Einzelfall nicht berechnen, also haben wir es hier schon mit einem unsicheren Faktor zu thun.

Nun aber weiter: Während der Phosphorsäurevorrat im Boden den Pflanzen eine gleichmäßige und unabhängig von der Witterung fließende Nährquelle bietet, mit der man rechnen kann, ist dies beim Stickstoff nicht der Fall. Der organische Stickstoff im Boden geht bald schneller, bald langsamer, je nachdem die Temperatur, die Durchlüftung, die Feuchtigkeit des Bodens sich günstiger oder ungünstiger gestaltet, in lösliche und aufnehmbare Form über.

Wir können nicht vorausberechnen, wieviel Stickstoff im kommenden Sommer den Pflanzen sich zur Verfügung stellt. Also wiederum haben wir hier einen unsicheren Faktor.

Und endlich noch der folgende Umstand: Der Dünger ist nicht die einzige Quelle, aus welcher der Boden Stickstoff erhält, und das etwaige Versickern von Salpeterstickstoff ist nicht die einzige Verlustquelle, mit der wir zu rechnen haben. Der Kulturboden steht in dauerndem Stickstoffaustausch mit der atmosphärischen Luft. Er nimmt Stickstoff aus der Luft und giebt Stickstoff an sie ab. Regen, Tau und Bakterien führen ihm Stickstoff zu, und Salpeter zersetzende Bakterien führen wieder Stickstoff fort. Wir kennen diese Prozesse erst zum Teil genauer, und in welcher Intensität sie im gegebenen Fall verlaufen, das wissen wir nicht. Wieviel Stickstoff der Boden im gegebenen Fall an die Luft abgiebt und wieviel er aus der Luft wieder empfängt, das wissen wir nicht, das können wir nicht berechnen, nicht einmal annähernd schätzen. Also alles in allem: Mit der Phosphorsäure können wir rechnen, wir können über Gewinn und Verlust des Bodens an Phosphorsäure eine genügend sichere Rechnung führen und auf Grund dieser Rechnung den Gehalt des Bodens an verfügbarer Phosphorsäure regulieren. Mit dem Stickstoff geht das nicht. Eine statische Rechnung ist mit ihm nicht ausführbar, und das Princip einer Ersatzdüngung in der Art, wie wir es bei der Phosphorsäuredüngung zu befolgen haben, würde bei der Stickstoffdüngung absolut falsch sein.

Dies aber führt uns zu einem tiefgreifenden Unterschied der Grundlagen, nach welchen wir einerseits die Phosphorsäuredüngung und andrerseits die Stickstoffdüngung zu regeln haben. Bei der Phosphorsäuredüngung suchen wir in erster Linie einen Sättigungszustand des Bodens herzustellen, die Ansammlung eines Vorrates von Phosphorsäure, aus welchem jede Kulturpflanze — sie mag heißen wie sie will und sie mag viel oder wenig Phosphorsäure bedürfen — die genügende Menge aufzunehmen vermag, und wir suchen diesen Vorrat durch geeignete Ersatzdüngung auf gleichbleibender Höhe zu erhalten. Bei der Stickstoffdüngung aber ist in erster Linie das besondere Bedürfnis der Pflanzen zu berücksichtigen. Durch Stallmist- und Gründüngung suchen wir zwar auch einen Vorrat von Stickstoff im Boden zu schaffen, aber — und das ist das Wesentliche — keinen dauernden Sättigungszustand des Bodens zu erzielen. In jedem bestimmten Fall müssen wir fragen: Mit wieviel Stickstoff ist die zu bauende Kulturpflanze je nach ihrer Art und ihrer Varietät, je nach der Art der Vorfrucht, je nach Klima, Bodenbeschaffenheit, Bodenbearbeitung, dem augenblicklichen Düngungszustand des Bodens, der beabsichtigten Intensität der Produktion, der Größe des Risikos, welches man tragen will, zu düngen? Mit Phosphorsäure düngen wir den Boden, mit Stickstoff die Pflanzen. Man wird verstehen, wie ich das meine. Durch Sättigung des Bodens mit Phosphorsäure stellt man die Möglichkeit her, Maximalerträge zu erzielen; durch

geeignete Düngung mit Stickstoffsalzen reguliert man die Produktion, lenkt man die Entwickelung der Pflanzen in diejenigen Bahnen, welche zu der als Ziel gesetzten Höhe des Ertrages führen.

Das ist der Grundsatz, nach welchem man die Stickstoffdüngung der Kulturpflanzen auszuführen hat und nun kommt die praktische Befolgung dieses Grundsatzes. Ich frage zunächst:

Welche Pflanzen bedürfen in erster Linie der Stickstoffdüngung?

Auch bei dieser Frage haben wir es mit ganz andern Verhältnissen zu thun, als bei der Phosphorsäure- und Kalidüngung. Im Düngebedürfnis der Pflanzen für Phosphorsäure zeigen sich die relativ geringsten Unterschiede, im Düngebedürfnis für Kali erheblich größere, im Düngebedürfnis für Stickstoff aber die weitaus größten. Die Unterschiede sind so groß, daß wir die Kulturpflanzen in zwei wesentlich voneinander verschiedene Gruppen teilen können: in solche, die in der Regel einer Stickstoffdüngung nicht bedürfen, und in solche, die unter normalen Bodenverhältnissen nur dann zu Höchsterträgen befähigt sind, wenn sie mit Stickstoffsalz gedüngt werden.

Zu der ersten Gruppe gehören alle Arten von Leguminosen, also die Kleearten, Lupinen, Esparsette, Wicken, Erbsen, Bohnen, Serradella ꝛc., zu der zweiten alle Nichtleguminosen, also die Halmfrüchte, Rüben, Kar-

toffeln, der Raps, Tabak, Hanf, Flachs, Hopfen 2c. Die Pflanzen der ersten Gruppe bezeichnet man als „Stickstoffmehrer“, denn sie decken ihren Stickstoffbedarf aus der atmosphärischen Luft, sie führen freien, luftförmigen Stickstoff in feste, gebundene Form über und mehren damit das umlaufende Stickstoffkapital der Wirtschaft, während die Pflanzen der zweiten Gruppe als „Stickstoffzehrer“ bekannt sind, denn sie haben nicht die Fähigkeit, Stickstoff aus der Luft sich anzueignen, sie haben ihren Gesamtbedarf dem Boden zu entnehmen und zehren somit vom Stickstoffkapital der Wirtschaft.

Aber ein Punkt ist hier zu beachten. Ich habe schon oben gesagt, daß die Leguminosen „in der Regel“ der Stickstoffdüngung nicht bedürfen. Eine jede Regel aber hat Ausnahmen, und so auch diese. Es giebt Fälle, in welchen auch eine Düngung der Leguminosen mit Stickstoff sehr lohnend sein kann. Erbsen, Bohnen, Kleearten 2c. haben bekanntlich nicht von Beginn ihrer Entwickelung an die Fähigkeit, atmosphärischen Stickstoff aufzunehmen. Erst durch Einwirkung von Bakterien erlangen sie diese Fähigkeit, und erst nachdem der lösliche Bodenstickstoff von ihnen aufgezehrt ist und sie nach Stickstoff hungern, öffnet sich ihnen die Stickstoffquelle der atmospärischen Luft.

Finden nun die genannten Pflanzen nur wenig löslichen Stickstoff im Boden, ist der Boden arm an Humus und befindet er sich in geringem Düngungszustand, so kann es vorkommen, daß unter solchen Verhältnissen der Stick-

stoffhunger in einem zu frühen Entwickelungsstadium der Pflanzen auftritt, in einem Entwickelungsstadium, in welchem sie noch nicht genügend Widerstand den vielerlei feindlichen Angriffen entgegensetzen können, welchen sie durch ungünstige Witterung, durch Pilzkrankheiten, Insekten ꝛc. ausgesetzt sind. Beim Übergang von der Ernährung mit Bodenstickstoff zur Ernährung mit Luftstickstoff können unter solchen Verhältnissen die Pflanzen sehr leiden, und es kann alsdann von außerordentlich günstigem Erfolge sein, wenn man ihnen durch eine schwache Salpetergabe hinweghilft über jenes kritische Stadium.

In einer kleinen Schrift über den Chilisalpeter[1]) habe ich die Richtigkeit dieses Satzes durch einige Beispiele aus unsern Versuchen belegt, und auch in der landwirtschaftlichen Praxis hat man das Gleiche erfahren. Ich führe hier namentlich den von Maercker kürzlich publizierten Versuch an, der von ihm in der Versuchswirtschaft Lauchstädt ausgeführt worden ist, und bei welchem sich ergeben hat, daß eine Düngung von 1 D.-Ctr. Chilisalpeter pro Hektar den Ertrag der einen Erbsensorte von 21,4 auf 29,8 D.-Ctr. und den Ertrag einer andern von 19 auf 23,2 D.-Ctr. Körner vom Hektar gesteigert hat.

---

[1]) Kurze Anleitung zur rationellen Stickstoffdüngung landw. Kulturpflanzen, unter besonderer Berücksichtigung des Chilisalpeters. Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin.

Ich hebe nochmals hervor, daß nur geringe Gaben von Stickstoffsalzen für Erbsen, Bohnen rc. rationell sein können, denn die Hauptstickstoffernährung dieser Pflanzen soll ja nicht durch den Dünger, sondern durch die atmosphärische Luft geschehen. Eine mit erhöhten Stickstoffdüngungen gleichen Schritt haltende Steigerung der Erträge tritt auch nicht bei Leguminosen, sondern nur bei Nichtleguminosen ein.

Nun aber die Frage: Wieviel Stickstoff soll den Nichtleguminosen gegeben werden, bezw. wie findet man die richtigsten Mengen im bestimmt vorliegenden Fall? Ich will ein Beispiel aus der Praxis anführen.

Ein mit Hafer zu bestellender Lehmacker sollte mit Chilisalpeter gedüngt werden, und es wurde gefragt, wieviel Salpeter verwendet werden müsse, um den höchstmöglichen Ertrag zu erzielen, ohne dabei eine Verschwendung mit Salpeter zu treiben, ohne also einen Überschuß an Stickstoff zu geben.

Man wird erkennen, daß diese Frage viel schwieriger zu beantworten war, als die Frage der Phosphorsäuredüngung. Hätte es sich um die Phosphorsäurefrage gehandelt, so würde man, falls der Boden als ein phosphorsäurearmer zu erachten war, ganz einfach eine recht starke Phosphatdüngung gegeben haben; man würde etwa 800 kg Thomasmehl pro Hektar eingepflügt und noch etwa 100 kg Superphosphat auf die rauhe Furche gestreut haben; der Überschuß hätte ja nichts geschadet und wäre auch nicht verloren gewesen. Hier aber handelte es sich um die viel

schwierigere Frage der Stickstoffdüngung und es war das Folgende zu erwägen.

Gesättigt mit Stickstoff kann ein Ackerboden nur vorübergehend sein. Nur nach intensiver Leguminosenkultur oder nach einer kräftigen Stallmist-, Jauche-, Latrinen- oder Gründüngung kann er so viel Stickstoff enthalten, daß die zu bauende Kulturpflanze es zum Höchstertrage bringt. Dieser Sättigungszustand aber ist ein vorübergehender, die nächstfolgende Ernte drückt ihn herab, und es muß — nicht etwa eine wissenschaftliche Kalkulation, nicht etwa eine statische Berechnung, sondern der praktische Blick, das praktische Urteil des Landwirts, sein Kennen des Bodens, seine Erfahrung hier abschätzen, in welchem Maße die Vorfrucht den Boden erschöpft hat. Der Praktiker muß beurteilen, wenigstens ganz ungefähr, wieviel Ertrag er von dem bestimmt vorliegenden Acker zu erwarten hat, wenn derselbe nicht mit Stickstoff gedüngt wird; je sicherer er dies kann, um so leichter und sicherer ist dann die weitere Rechnung.

Der in Rede stehende Acker hatte nun seit drei Jahren keine Stallmistdüngung erhalten, man hatte in den beiden letzten Jahren Gerste und Rüben gebaut, also stickstoffzehrende Pflanzen, und der Besitzer des Ackers schätzte den ohne Stickstoffdüngung zu erwartenden Ertrag nicht höher als auf etwa 20 D.-Ctr. Haferkörner vom Hektar, während er auf ganz ähnlichem, aber gut gedüngtem Boden 30—35, im Mittel also 32,5 D.-Ctr. Haferkörner geerntet zu haben angab. Damit aber hatten wir einen genügenden Anhalts-

punkt: 20 D.-Ctr. der mutmaßliche Ertrag und 32,5 D.-Ctr. der durch Stickstoffdüngung zu erzielende Ertrag, also mußte mit so viel Salpeter gedüngt werden, als zur Hervorbringung von 32,5 weniger 20, also von 12,5 D.-Ctr. Haferkörner erforderlich war. Und wieviel war dies?

Wir haben über die praktisch so wichtige Frage, mit wieviel Salpeter gedüngt werden muß, um bestimmte Mehrerträge zu erzielen, umfassende Forschungen ausgeführt. Für den Hafer haben wir festgestellt, daß im Mittel rund 1 D.-Ctr. Chilisalpeter erforderlich ist, um 4 D.-Ctr. Haferkörner mit entsprechendem Stroh zu erzeugen. In unserm Fall waren demnach rund 3 D.-Ctr. Salpeter pro Hektar zu verwenden, um die Produktion des als Ziel gesetzten Mehrertrags von 12,5 D.-Ctr. Körnern zu ermöglichen, und diese Düngung wurde auch dem Acker gegeben.

Der Ertrag war nun der folgende: Ohne Stickstoff wurden 17,95 D.-Ctr. Haferkörner, durch Salpeterdüngung 29,90 D.-Ctr. Haferkörner erhalten.

Die 3 D.-Ctr. Salpeter hatten also einen Mehrertrag von 11,95 D.-Ctr. Haferkörner erbracht, was sehr genau derjenigen Menge entspricht, die unsern Ermittelungen nach durch die 3 D.-Ctr. Salpeter im Durchschnitt produziert werden konnte. Wir hatten einen Mehrertrag von 12,5 D.-Ctr. Körner als Ziel gesetzt und 11,95 D.-Ctr. wurden erhalten.

In genau der gleichen Weise nun wie hier beim Hafer ist auch für die übrigen Kulturpflanzen, für die Halmgewächse, Kartoffeln, Rüben ꝛc. die Salpetergabe zu berechnen. Man überlegt, um wieviel der ohne Stickstoffdüngung zu erwartende Ertrag wohl gesteigert werden kann, man setzt eine bestimmte Ertragssteigerung als Ziel und berechnet, wieviel Stickstoffsalz notwendig ist, um diese Ertragssteigerung zu bewirken. Für solche Berechnung liegen von uns ermittelte Zahlen vor, und ich habe den Nachweis erbracht, daß sie sich mit den Ergebnissen befriedigend decken, welche wir bei Feldversuchen erhalten haben und welche namentlich auch Maercker bei seinen Versuchen auf größeren Ackerparzellen gewonnen hat. Ich führe an, daß 1 D.-Ctr. Chilisalpeter unter Mitwirkung eines genügenden Vorrats bezw. einer genügenden Beidüngung von Phosphorsäure und Kali produzieren kann:

4	D.-Ctr.	Haferkörner	mit	entsprechendem	Stroh.
3	„	Roggenkörner	„	„	„
4	„	Gerstekörner	„	„	„
3	„	Weizenkörner	„	„	„
25—36	„	Kartoffeln (je nach der Sorte).			
40—50	„	Rüben „ „ „ „			

Ich hebe noch hervor, daß die vom Praktiker vorzunehmenden Schätzungen, welche einerseits den ohne Stickstoff zu erwartenden Ertrag des Ackers, andrerseits die durch örtliche Verhältnisse gegebene Grenze des zu erzielenden Höchstertrages betreffen, allerdings nur ganz ungefähre sein können,

aber auch nur ganz ungefähre zu sein brauchen, denn wenn man — wie es ja bei größeren Salpetergaben, bei Gaben von mehr als 100 kg pro Hektar in der Regel geschieht — den Salpeter in zwei oder gar drei Portionen giebt, so hat man es ja immer noch in der Hand, während des Verlaufs der Vegetation die ursprünglich vorgesehene Menge zu mindern, falls die Pflanzen erheblich besser sich entwickeln, als man erwartet hatte, oder aber sie zu erhöhen, wenn die Entwickelung eine geringere ist.

Welche Handelsdünger stehen für die Stickstoffernährung der Pflanzen zur Verfügung.

Salpetersäure, Ammoniak und organische Substanz sind die drei Formen, in welchen man den Stickstoff kaufen kann. Der Salpeterstickstoff, den man im Chilisalpeter erhält, wird direkt von den Pflanzen aufgenommen, der Ammoniakstickstoff, der im schwefelsauren Ammoniak geboten wird, geht im Boden allmählich in Salpetersäure über und erlangt erst dadurch die Fähigkeit, als Pflanzennährstoff zu dienen, während der in organischer Form vorhandene Stickstoff, wie man ihn im Knochenmehl, Fleischmehl, Guano, Hornmehl, Blutmehl u. s. w. kauft, zunächst in Ammoniakstickstoff und darauf in Salpeterstickstoff sich verwandelt. Die Pflanze nimmt den Stickstoff nur in Salpeterform auf. Ammoniaksalz und organische Stickstoffdünger wirken also nur in dem Maße, als sie Salpetersäure liefern, und man kann annehmen, daß aus je 100 Teilen Ammoniakstickstoff

rund 90 Teile Salpeterstickstoff entstehen. Am schnellsten wirkt somit der Chilisalpeter, etwas langsamer das Ammoniaksalz, dann folgt der Guano und die Poudrette, das Blutmehl, Fleischmehl, Hornmehl, dann das Ölkuchenmehl, Knochenmehl, dann der langsam wirkende Wollstaub und zuletzt das äußerst langsam wirkende Ledermehl.

Im Vergleich zu den 4 Millionen Doppelcentner Chilisalpeter und den 1,5 Millionen Doppelcentner Ammoniaksalz, welche z. Zt. im deutschen Reich konsumiert werden, steht an organischen Stickstoffdüngern nur ein sehr beschränktes Quantum zur Verfügung, und es ist zu bemerken, daß diese Düngemittel auch weniger für den Großbetrieb der Landwirtschaft, als vielmehr für Garten- und Gemüsekulturen besondere Bedeutung haben. Aus folgendem geht dies hervor. Für eine rationelle Anwendung von Ammoniaksalz und Chilisalpeter ist in erster Linie die Forderung zu stellen, daß die im Einzelfall zur Verwendung gelangenden Mengen dieser Stickstoffsalze dem Bedürfnis der Kulturpflanzen möglichst genau angepaßt werden. Dieser Forderung kann der Landwirt entsprechen, der Gemüsebauer und Gärtner aber nicht. Der Landwirt hat mit einer relativ geringen Anzahl von Pflanzenarten zu rechnen, Gemüsebauer und Gärtner aber haben mit weit mehr Arten zu thun, und dazu kommt, daß ein Gemüsefeld oft mehrere Kulturen gleichzeitig trägt oder doch relativ schnell die Pflanzen wechselt. Dem besonderen Stickstoffbedarf einer jeden Pflanze, mit welcher man es im Gemüsebau und bei Garten-

kulturen zu thun hat, ist unmöglich die Stickstoffdüngung genau anzupassen, und daher muß es für diese Kulturen von besonderem Wert sein, in Fleischmehl, Hornmehl, Blutmehl, Guano, Poudrette u. s. w. Düngemittel zu besitzen, von welchen man bei der jedesmaligen Bestellung der Felder oder Beete Stickstoffgaben als Vorratsdüngungen geben kann, ohne befürchten zu müssen, daß ein Übermaß den Pflanzen schade oder daß durch Regen zu viel Stickstoff ausgewaschen werde. Es ist daher erklärlich, daß die organischen Stickstoffdünger ganz besonders für Garten- und Gemüsekulturen gesucht und für diese nicht selten mit höheren Preisen bezahlt werden, als der Landwirt sie bewilligen kann. Für den Großbetrieb der Landwirtschaft kommen eigentlich nur der Chilisalpeter und das Ammoniaksalz in Betracht, und auf eine Besprechung dieser beiden Stickstoffdüngemittel will ich mich hier beschränken.

Über die Frage, in welchem Wertverhältnis der Ammoniakstickstoff zum Salpeterstickstoff steht und unter welchen Verhältnissen man die eine Stickstoffform der andern vorziehen soll, ist viel gestritten worden. Es sei hier kurz das Folgende darüber gesagt.

Das Ammoniak muß, wie oben bemerkt, in Salpeterstickstoff sich verwandeln, ehe es geeignet ist, den Pflanzen als Nährmittel zu dienen, und es hat sich gezeigt, daß bei diesem Umwandlungsprozeß ca. 10 % Stickstoff verloren gehen. Damit im Einklang stehen auch die Ergebnisse von Vegetationsversuchen. Auch die von Maercker und Grahl

auf Veranlassung der Deutschen Landw.-Gesellschaft ausgeführten Feldversuche haben bestätigt, daß der Düngewert des Ammoniakstickstoffs im Mittel der Verhältnisse 90 % vom Düngewert des Salpeterstickstoffs zu betragen pflegt.

Ich bemerke ausdrücklich, daß dies im Mittel der Versuche gefunden worden ist und hebe hervor, daß der Wertunterschied zwischen beiden Stickstoffformen im Einzelfall großen Schwankungen unterliegt. 90 Teile Salpeterstickstoff einerseits und 100 Teile Ammoniakstickstoff andrerseits werden nicht immer die gleiche Wirkung ausüben; bald wird der Salpeterstickstoff, bald — wenngleich viel seltener — der Ammoniakstickstoff das Übergewicht haben, und es ist daher nötig, mit den hier in Betracht kommenden Bedingungen vertraut zu sein, um beurteilen zu können, welches Stickstoffsalz im gegebenen Fall die größeren Vorteile verspricht.

Es kommen wesentlich die folgenden Momente in Betracht:

1. Der Chilisalpeter wirkt nicht nur durch seinen Stickstoffgehalt, sondern unter Umständen auch durch seinen Gehalt an Natron.
2. Der Ammoniakstickstoff wird — solange er nicht in Salpeterstickstoff übergegangen ist — vom Boden gebunden, während der Salpeterstickstoff frei beweglich bleibt.
3. Der Ammoniakstickstoff muß im Boden erst in Salpeterstickstoff übergehen, ehe er der Pflanze als Nährmittel dient.

Die Wirkung, welche das Natron auf den Boden ausübt, ist bekannt. Es bindet die Bodenteilchen fester aneinander und wirkt dadurch hemmend auf die Bewegung des Wassers im Boden. Wiederholt starke Salpeterdüngungen erhöhen somit die Neigung thoniger Böden, zähe, hart, rissig zu werden und zu verkrusten, so daß in solchen Fällen wiederholte Kalkdüngungen notwendig sind, um den Boden mürbe zu erhalten. Es empfiehlt sich daher, einem schweren Thon- oder Lehmboden, dem man viel Stickstoffsalz zuführen will, um hohe Erträge an Futterrüben, Zuckerrüben ꝛc. zu erzielen, die bei der Einsaat zu verwendende Stickstoffmenge als Ammoniaksalz zu geben und erst für die Kopfdüngung den Salpeter zu wählen. Hierbei ist allerdings die Voraussetzung zu machen, daß der Ammoniakstickstoff im Vergleich zum Salpeterstickstoff billig genug zu haben ist.

Unter Umständen aber kann das Natron des Salpeters auch eine günstige Wirkung ausüben, die nicht unterschätzt werden darf. Die von Natur zu geringe wasserhaltende Kraft sehr leichter Böden wird durch Salpeterdüngung vorteilhaft vermehrt, und das Natron kann außerdem noch direkt einen günstigen Einfluß auf den Ernährungsprozeß der Pflanzen ausüben, da es bei Kaliarmut des Bodens innerhalb gewisser Grenzen und bei gewissen Pflanzen imstande ist, als Ersatzmittel für Kali einzutreten. Näheres hierüber findet sich in meiner oben citierten Schrift.

Sodann ist, wie oben erwähnt, zu beachten, daß der Ammoniakstickstoff vom Boden gebunden wird. In sehr

leichtem, sehr durchlässigem Sand ist die Gefahr nicht ausgeschlossen, daß starker anhaltender Regen von dem bei der Einsaat verwendeten Chilisalpeter einen Teil des Stickstoffs in Bodenschichten führt, die durch die Pflanzen nicht oder nicht sogleich erreicht werden können. Giebt man nun anstatt des Chilisalpeters Ammoniaksalz, so liegt diese Gefahr nicht, wenigstens nicht in gleichem Maße vor. Ich betone: nicht in gleichem Maße, denn es ist Täuschung, wenn man glaubt, daß sie ganz ausgeschlossen sei. Der Ammoniakstickstoff wird nur so lange vom Boden festgehalten, als er Ammoniakstickstoff bleibt. Aber er geht ja, wie gesagt, allmählich in Salpeterstickstoff über, und es kommt darauf an, ob dieser Prozeß schnell oder langsam sich vollzieht. Je schneller das Ammoniak in Salpeterstickstoff sich verwandelt, um so mehr unterliegt es in gleichem Maße der Gefahr, ausgewaschen zu werden, wie der Chilisalpeter; je langsamer aber der Prozeß vor sich geht, um so mehr nähert das Ammoniak sich wieder der Gefahr, nicht vollständig zur Wirkung zu kommen. Ein drastisches Beispiel hierfür liefern Versuche, die wir auf einem äußerst kalkarmen Moorboden mit Sommerrübsen ausführten. Die Gefäße wurden einerseits mit Ammoniakstickstoff ohne Kalk, andrerseits mit Ammoniakstickstoff und Kalk gedüngt. Setzt man den durch Ammoniakstickstoff erhaltenen Mehrertrag bei Kalkzugabe = 100, so wurden ohne Kalkzugabe nur 30 erhalten, während bei gleichzeitig mit Salpeterstickstoff ausgeführten Versuchen mit Kalkzugabe das Gleiche erhalten wurde, als

ohne Kalk. Man erkennt hieraus, wie wichtig es ist, bei Verwendung von Ammoniaksalz für einen genügenden Kalkgehalt des Bodens zu sorgen, damit das Ammoniak schnell genug in Salpeterstickstoff sich verwandle.

Es sei schließlich noch ein Umstand erwähnt, der Beachtung verdient. Man hat gefunden, daß Chilisalpeter im Handel vorkommen kann, der nicht frei von einer auf die Pflanzen schädigend wirkenden Substanz ist, einer Verunreinigung mit überchlorsaurem Kali, sogenanntem Perchlorat. Das Perchlorat wirkt giftig auf die Pflanzen, besonders auf den Roggen, weniger auf die anderen Halmgewächse, am wenigsten auf Rüben. Die Krankheitserscheinungen, welche durch Perchlorat hervorgerufen werden, sind bei Halmgewächsen sehr charakteristisch. Die Vergiftung äußert sich in auffallend niedrigem Wuchs der Pflanzen, in eigentümlichen Faltungen der Blätter und in der Erscheinung, daß die noch unentwickelten Blätter mit ihrer Spitze stecken bleiben, sich krümmen und bei fortschreitender Entwicklung leicht zerreißen. Im Salpeter darf nicht mehr als höchstens 1 % Perchlorat vorkommen. Ist der Gehalt höher, so kann — namentlich bei Roggen — nachteilige Wirkung eintreten. Auf Moorboden ist von Tacke schon eine Schädigung der Pflanzen beobachtet worden, wenn die Roggenfelder mit 2 D.-Ctr. pro Hektar eines Salpeters gedüngt waren, der nur 0,4 % Perchlorat enthielt. Die Witterung und das Entwicklungsstadium der Pflanzen sind dabei von großem Einfluß. Bei Versuchen, die wir im

Frühjahr 1900 auf 8 verschiedenen Roggenfeldern ausführten, erhielten wir im Mittel die folgenden Resultate:

Je 1 D.=Ctr. Chilisalpeter lieferte im Vergleich zu stickstofffreier Düngung:

1. 3,3 D.=Ctr. Körner, wenn der Salpeter mit nur 0,2 % Perchlorat verunreinigt war,
2. 1,6 D.=Ctr. Körner, wenn dem gleichen Salpeter 1½ % Perchlorat beigemengt waren,
3. 1,0 D.=Ctr. Körner, wenn dem gleichen Salpeter 2 % Perchlorat beigemengt waren,
4. 0,5 D.=Ctr. Körner, wenn dem gleichen Salpeter 3 % Perchlorat beigemengt waren.

Der Salpeter wurde in diesen Fällen Anfang März gegeben, die Roggenpflänzchen waren überall erst sehr spärlich entwickelt und sie hatten durch die nachfolgende kalte und ungünstige Witterung sehr zu leiden. Unter diesen Verhältnissen wirkte, wie die mitgeteilten Resultate zeigen, schon ein Gehalt von 1,5 % Perchlorat schädlich.

Im Frühjahr 1901 haben wir auf ganz ähnlichen Äckern Versuche mit Roggen eingeleitet, und es hat sich hierbei gezeigt, daß ein Gehalt von 1 % Perchlorat bei einer Düngung von 2 D.=Ctr. Salpeter pro Hektar keinerlei Schädigung der Pflanzen bewirkt hat.

Es ist der folgende Rat zu geben:

Chilisalpeter kaufe man nur unter der Garantie, daß sein Perchloratgehalt nicht mehr als höchstens 1 % betrage, und Winterroggen dünge man nur mit Salpeter, der nicht mehr als höchstens 0,5 % Perchlorat enthält.

Zu welcher Zeit und in welcher Weise sind die Stickstoffsalze anzuwenden?

Es sei zunächst vom Chilisalpeter gesprochen. Da der Salpeterstickstoff im Boden nicht gebunden wird, er also vollkommen frei beweglich bleibt und unter Umständen durch Regenwasser in zu tiefe Bodenschichten verdrängt werden kann, so ist die Düngung so einzurichten, daß die Pflanzen den ausgestreuten Salpeter möglichst schnell aufnehmen. Ist für Sommerfrüchte eine geringe Salpetergabe, eine Gabe von etwa 1—$1^1/_2$ D.-Ctr. pro Hektar vorgesehen, so giebt man den Salpeter bei der Einsaat oder sogleich nach der Einsaat und zwar in ganzer Menge. Stärkere Düngungen dagegen, Gaben von 2—4—6 D.-Ctr. pro Hektar und darüber teilt man in zwei, mitunter auch in drei Portionen, und zwar giebt man den Sommerhalmfrüchten die erste Gabe bei der Einsaat, die zweite bei der Bestockung der Pflanzen und event. eine dritte beim Beginn des Schossens. Winterhalmfrüchten giebt man im Herbst bei der Einsaat nur auf sehr armen Böden eine Stickstoffdüngung und zwar nicht mehr als $^1/_2$—1 D.-Ctr. pro Hektar. Die Hauptdüngung erhalten diese Früchte im Frühjahr bei Beginn der Vegetation und event. eine weitere Gabe 3—4 Wochen später. Hackfrüchten giebt man schwache Salpeterdüngungen in ganzer Menge bei der Saatbestellung, starke Düngungen zur Hälfte bei der Saatbestellung, zur Hälfte bei der ersten Hacke, oder auch, wenn sehr starke Düngungen verwendet werden, je $^1/_3$ der vorgesehenen

Menge bei der Saat, bei der ersten und bei der zweiten Hacke.

Sodann sei hervorgehoben, daß man den Salpeter nicht in ungemahlener, grobkörniger Form verwenden darf, denn seine Wirkung wird wesentlich dadurch begünstigt, daß er in gesiebtem Zustande ausgestreut und möglichst gleichmäßig verteilt wird. Im ungemahlenen Salpeter finden sich oft gröbere Krystalle und verhärtete Stücke. Wirft man diese unzerkleinert auf den Acker, so erzeugen sie Geilstellen und kommen nicht zu vollständiger Ausnutzung.

Was nun die Verwendung des Ammoniaksalzes im Vergleich zu der des Chilisalpeters betrifft, so ist hervorzuheben, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden nicht besteht. Das Ammoniak wirkt, da es erst in Salpeterstickstoff umgewandelt werden muß, etwas langsamer als der Salpeter; man streut daher das schwefelsaure Ammoniak im allgemeinen etwas früher aus als den Salpeter und verwendet es nicht zur Kopfdüngung. Übertreibung aber ist es, wenn man behauptet, daß das Ammoniaksalz schon 4—6 Wochen vor der Einsaat der Sommerfrüchte gestreut werden müsse, und unrichtig ist es, wenn man eine Kopfdüngung mit Ammoniak für unwirksam erklärt. Nach unsern Ermittelungen braucht das Ammoniaksalz nicht früher als nahe vor der Saat der Sommerfrüchte gegeben zu werden, und eine Kopfdüngung mit schwefelsaurem Ammoniak — wenn solche auch nicht allgemein

empfohlen werden soll — hat bei günstiger Witterung durchaus sicher und normal gewirkt. Ist genügend Kalk im Boden und ist die Witterung warm, so geht die Umwandlung des Ammoniakstickstoffs in Salpetersäure meist schnell vor sich. Ein Irrtum ist es daher, wenn man glaubt, die ganze Stickstoffdüngung, welche den Winterfrüchten zugedacht ist, schon im Herbst in den Boden bringen zu dürfen, falls man sie in Form von Ammoniaksalz giebt. Auch vom Ammoniakstickstoff darf im Herbst nicht mehr verwendet werden, als die Pflanzen noch aufnehmen können, ehe die Winterruhe eintritt; die Hauptdüngung spare man für das Frühjahr, man wird sonst in den weitaus meisten Fällen erhebliche Stickstoffverluste haben.

Düngt man kalkreichen oder frisch gekalkten oder stark gemergelten Boden mit Ammoniaksalz, so kann durch Umsetzung mit dem Kalk und Bildung von flüchtigem Ammoniak Stickstoffverlust eintreten, falls man das Ammoniaksalz nicht tief genug in den Boden bringt. Einpflügen oder eingrubbern des Ammoniaksalzes ist in solchen Fällen geboten.

Welche Düngermengen pflegt man für die verschiedenen Kulturpflanzen zu verwenden?

In den voraufgegangenen Darlegungen ist gezeigt worden, nach welchen Grundsätzen man die für die Kulturpflanzen zu verwendenden Mengen von Stickstoff, Phosphorsäure und Kali bemessen soll und wie man Aufschluß über das Düngebedürfnis eines bestimmten Bodens erhält. Jene Darlegungen aber sind noch zu ergänzen. Es müssen die ungefähren Grenzen angegeben werden, innerhalb welcher die in der Praxis zur Verwendung kommenden Nährstoffmengen schwanken, um einen Anhaltspunkt für die Wahl der im bestimmten Fall zu gebenden Mengen zu haben. Wenn man weiß, in welcher Stärke beispielsweise der Chilisalpeter für eine bestimmte Frucht, etwa für den Hafer, als schwache oder als mittlere oder starke Gabe zur Verwendung kommt, so hat man einen ungefähren Anhaltspunkt. Man kann sich dann überlegen, ob die bei der Rechnung in Anschlag zu bringenden Faktoren, also die Qualität des Bodens, die Bearbeitung des Bodens, die Vorfrucht, die Stärke der Viehhaltung,

das Klima, die Höhe der sonst erhaltenen Erträge und die Höhe der voraussichtlich erzielbaren Ertragssteigerung derart sind, daß man mehr für eine schwache oder mehr für eine mittlere oder starke Düngung sich entscheidet. Auch wenn der Landwirt Versuche auf seinem Acker ausführen will, um Auskunft über das Düngebedürfnis desselben zu erhalten, muß er wissen, wie groß die ungefähren Mengen von Düngemitteln sind, die er bei den Versuchen zu verwenden hat. Zu diesem Zweck seien die folgenden Angaben gemacht.

Die Halmgewächse.

Man pflegt vielfach anzunehmen, daß von allen Pflanzennährstoffen die Phosphorsäure es sei, welche für die Düngung der Halmgewächse in erster Linie in Betracht komme. Das aber ist ein Irrtum. Die Halmgewächse bedürfen zwar einer phosphorsäurereichen Nahrung, aber man wird in den weitaus meisten Fällen die Erfahrung machen, daß ausschließliche Phosphorsäuredüngung auf einem Getreideacker keine Wirkung äußert. Auf den meisten Äckern herrscht in erster Linie Stickstoffarmut, und erst wenn diese gehoben ist, kommt die Phosphorsäure zur Wirkung. In der Regel hat man bei der Düngung der Halmgewächse alle drei Nährstoffe, also Stickstoff, Phosphorsäure und Kali zu berücksichtigen, und es ist als Ausnahme anzusehen, wenn einer dieser Stoffe unberücksichtigt bleiben darf.

In einer kleinen Schrift[1]) habe ich Nachweise hierfür erbracht. Ich habe dort Ergebnisse von Feldversuchen mitgeteilt, die wir während der letzten Jahre in verschiedenen Gemarkungen Hessens ausgeführt haben, und es seien die folgenden Notizen daraus hier wiedergegeben.

Durch Stickstoff-Phosphorsäure-Kalidüngung wurde im Durchschnitt von 5 Gersteäckern der Ertrag an Körnern von 19 D.-Ctr. vom Hektar auf 27 D.-Ctr. gesteigert und zwar mit einem Gewinn von 90 Mk. Der Ertrag aber hatte sich, wenn an der Volldüngung der Stickstoff fehlte, auf 20 D.-Ctr., wenn die Phosphorsäure fehlte, auf 24 D.-Ctr., wenn das Kali fehlte, auf 24 D.-Ctr. vermindert.

Durch Stickstoff-Phosphorsäure-Kalidüngung wurde im Mittel von 7 Haferäckern der Ertrag von 16 D.-Ctr. vom Hektar auf 29 D.-Ctr. gesteigert und zwar mit einem Gewinn von 157 Mk. Der Ertrag aber hatte sich, wenn an der Volldüngung der Stickstoff fehlte, auf 19 D.-Ctr., wenn die Phosphorsäure fehlte, auf 26 D.-Ctr. und wenn das Kali fehlte, auf 26 D.-Ctr. vermindert. Diese Ergebnisse zeigen wohl deutlich genug, daß im Mittel der betr. Äcker ein Düngebedürfnis für alle drei Nährstoffe vorhanden war.

Als die normalen Grenzen, innerhalb welcher die Gaben von Stickstoff, Phosphorsäure und Kali für Halmgewächse zu wählen sind, können die folgenden bezeichnet werden.

---

[1]) Düngungsfragen, Heft IV. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin 1901.

Für Stickstoff.

Schwache Düngung	. . . .	15 kg Stickstoff pro Hektar.
Mittlere "	. . . .	25 " " " "
Starke "	. . . .	60 " " " "

Für Phosphorsäure.

Schwache Düngung	. . . . .	30 kg Phosphorsäure pro Hektar.
Mittlere "	. . . . .	50 " " " "
Starke "	. . . . .	80 " " " "

Für Kali.

Schwache Düngung	. . . .	30 kg Kali pro Hektar.
Mittlere "	. . . .	50 " " " "
Starke "	. . . .	100 " " " "

Bei der Wahl der Düngermengen ist das Folgende zu berücksichtigen.

Die Art des Halmgewächses.

Gerste und Roggen vertragen weniger Stickstoffdüngung als Hafer oder Weizen, steifhalmige Varietäten mehr als schwachhalmige. Drillsaat verträgt mehr Stickstoff als Breitsaat. Braugerste verträgt nur dann viel Stickstoff, wenn starke Kali-Phosphatdüngungen gegeben sind. Ertragreichere Varietäten verlangen eine reichere Düngung als ertragärmere. Gerste verlangt mehr lösliches Kali als Hafer.

Die Beschaffenheit und der Düngungszustand des Bodens.

Trockene, leichte Böden verlangen geringere Phosphorsäure-, stärkere Stickstoff- und Kaligaben, während feuchte

und schwere Böden die Phosphorsäure mehr in den Vordergrund treten lassen. Je mehr Humus der Boden enthält und je mehr er mit Stallmist, Grünsubstanz und Jauche gedüngt ist, um so mehr hat man die Stickstoffgabe zu beschränken und einer stärkeren Phosphorsäuredüngung sich zuzuwenden.

Die Vorfrucht und Nachfrucht.

Hat der Acker stickstoffsammelnde Pflanzen wie Klee, Luzerne, Wicken, Erbsen, Bohnen, Lupinen u. s. w. getragen oder hat er gar eine Gründüngung mit solchen Pflanzen erhalten, so wird man den Schwerpunkt der Düngung mehr auf die Phosphorsäure und das Kali legen; hat dagegen die Vorfrucht in Kartoffeln, Rüben oder Halmgewächsen bestanden, in Pflanzen also, welche als stickstoffzehrende bezeichnet werden, welche aber infolge von vielleicht reicher Phosphorsäuredüngung einen beachtenswerten Überschuß von Phosphorsäure im Boden zurückgelassen haben, so gebe man eine schwache Phosphorsäuredüngung und eine kräftigere Stickstoffdüngung mit Beigabe von Kali.

Folgen auf das Halmgewächs Kartoffeln, so ist ersteres reichlich mit Kali zu düngen, denn das der Vorfrucht gegebene Kali ist der Kartoffel zuträglicher als die direkte Düngung. Folgt Klee oder Luzerne, so ist ebenfalls reichliche Kalidüngung und sehr reichliche Phosphorsäuredüngung zu geben.

Die Kleearten und Hülsenfrüchte.

Während bei der Düngung der Halmgewächse auf eine stickstoffreiche Nahrung großes Gewicht zu legen ist, kann eine Düngung der Kleearten und Hülsenfrüchte mit Stickstoffsalzen in der Regel ganz unterbleiben. Genannte Pflanzen, obgleich sie in ihrer Erntemasse weit mehr Stickstoff enthalten, als alle übrigen Kulturgewächse, bedürfen einer nur geringen Menge von leichtlöslichem Bodenstickstoff; den Hauptbedarf nehmen sie aus der atmosphärischen Luft. Wenn aber der Boden sehr arm an löslichem Stickstoff ist, kann eine Salpeterdüngung, etwa 1 D.-Ctr. pro Hektar, besonders bei Erbsen und Bohnen sehr lohnend sein. Die Entwickelung der Erbsen und Bohnen wird durch solche Düngung beschleunigt und der Ertrag oft sehr gesteigert. Unter normalen Verhältnissen aber kommt für alle Leguminosen in erster Linie eine Phosphorsäure- und Kalidüngung in Betracht, und man wird mit 60—80 kg Phosphorsäure und 80—120 kg Kali pro Hektar in der Regel das Richtige treffen. Nur bei Luzerneeinsaat wird man die Phosphorsäuregabe noch steigern können. Düngungen von 150—200 kg Thomasmehl-Phosphorsäure pro Hektar haben sich bei unsern Versuchen oft als sehr rentabel erwiesen.

Die Kartoffeln und Rüben.

Kartoffeln und Rüben haben eine hervorragende Fähigkeit, den Kalivorrat des Bodens auszunutzen. Ihr

Bedarf an Kali aber ist so groß, daß für Höchsterträge selbst ein mit Stallmist gedüngter Boden oft nicht genug Kali liefert. Auch für reichliche Phosphorsäuredüngung sind diese Pflanzen empfänglich; besonders die Entwickelung der Rüben läßt sich wesentlich dadurch fördern, daß man dem bei der Einsaat in den Boden zu bringenden Stickstoffsalz etwas Superphosphat, 75—100—150 kg pro Hektar, beimengt. Der Stickstoffbedarf ist unter sonst gleichen Verhältnissen bei den Futterrüben am größten, dann folgen die Zuckerrüben, dann die Kartoffeln. Als die normalen Grenzen, innerhalb welcher die Düngermengen zu wählen sind, kann man die folgenden angeben.

Für Kartoffeln.

	Stickstoff pro Hektar kg	Phosphorsäure pro Hektar kg	Kali pro Hektar kg
Schwache Düngung . . .	20	30	40
Mittlere „ . . .	**30**	**50**	**60**
Starke „ . . .	45	70	80

Für Zuckerrüben.

Schwache Düngung . . .	25	40	50
Mittlere „ . . .	**50**	**60**	**80**
Starke „ . . .	75	90	120

Für Futterrüben.

Schwache Düngung . . .	30	50	80
Mittlere „ . . .	**60**	**100**	**120**
Starke „ . . .	90	120	160

Bodenbeschaffenheit, Düngungszustand des Bodens und Vorfrucht sind bei der Wahl der Düngermengen hier in gleicher Weise zu berücksichtigen wie bei den Halmgewächsen.

Die Wiesen.

Wie die Halmgewächse, so haben auch die Wiesengräser ein ausnehmend großes Bedürfnis für leichtlöslichen Stickstoff. Eine dargebotene Salpeter- oder Ammoniaksalzdüngung nehmen sie mit Begierde auf und verwenden dieselbe zur Erzeugung eines entsprechenden Mehrertrages. Allein der Marktwert des Wiesenheues ist ein zu geringer, als daß die Verwendung von Stickstoffsalzen überall rentabel sein könnte. Nur in besonderen Fällen kann es lohnend sein, eine Düngung von Salpeter oder Ammoniaksalz den Wiesen zu geben, beispielsweise dann, wenn durch Kaliphosphatdüngung die Kleearten allzu sehr die Oberhand gewonnen haben, die Vegetation der Gräser zu sehr verdrängt worden ist und die Befürchtung nahe liegt, daß eintretende Kleemüdigkeit die Erträge vermindert. In solchem Fall wird eine zeitweise gegebene Stickstoffdüngung verbessernd wirken; sie wird den Kleewuchs zurückdrängen und den Graswuchs fördern, also ein für dauernd sichere Erträge günstigeres Verhältnis zwischen Leguminosen und Gräsern wiederherstellen. Auch rein wirtschaftliche Rücksichten werden es oft als wünschenswert erscheinen lassen, einen Teil der in der Wirtschaft verfügbaren Jauche auf die Wiesen zu fahren. Von einer regelmäßigen intensiven

Stickstoffdüngung der Wiesen aber ist abzusehen. Die Wiesen sollen reich mit Klee und Wicken bestanden sein, sie sollen das Stickstoffkapital der Wirtschaft mehren, und es ist bei jeder Gabe von Ammoniaksalz oder Salpeter, die man den Wiesen zuwendet, zu bedenken, daß der auf die Getreide- oder Rübenfelder gebrachte Stickstoff weit höher sich verwertet, als der den Wiesen gegebene. Eine reichliche Düngung mit Phosphorsäure und Kali ist aber dringend zu empfehlen. Insbesondere sind es, wie gesagt, die kleeartigen Wiesenpflanzen, welche nach einer solchen Düngung zu kräftiger Entwickelung kommen und die Herrschaft über die geringeren Grasarten gewinnen. Es ist dies ja auch ganz natürlich. Den Gräsern nützt eine Kali- und Phosphorsäuredüngung wenig oder nichts, wenn nicht ein Überschuß an leichtlöslichem Stickstoff vorhanden ist. Die Hülsenfrüchte und kleeartigen Pflanzen aber brauchen den Stickstoff des Bodens und der Düngung nicht; sie decken aus der atmosphärischen Luft ihren Bedarf, und schon eine stickstofffreie Düngung bringt sie zu üppiger Entwickelung.

Was nun die jährlich zu gebenden Mengen von Kali und Phosphorsäure betrifft, so sind diese viel leichter für die Wiese festzustellen, als für den Acker, auf welchem Pflanzen mit sehr verschiedenem Nährstoffbedarf wechseln. Auf der Wiese hat man es mit gleichbleibenden Verhältnissen zu thun, jahraus jahrein mit dem gleichen Nährstoffbedarf, und es ist daher nicht schwer, die für eine bestimmte Wiese

jährlich notwendigen Mengen von Kali und Phosphorsäure festzustellen.

Je 100 D.-Ctr. Wiesenheu enthalten 60 kg Phosphorsäure und 170 kg Kali.

Erntet man also, wie in einem mir vorliegenden Beispiel der Fall ist, ohne Düngung 25 D.-Ctr. Heu vom Hektar, und hat sich erwiesen, daß man durch Kaliphosphatdüngung den Ertrag auf jährlich 100 D.-Ctr. Heu bringen kann, während einseitige Kali- und einseitige Phosphorsäuredüngung ohne Wirkung bleiben, so ist klar, daß man der Wiese jährlich 60 kg Phosphorsäure und 170 kg Kali ersetzen muß, um sie fähig zu machen, dauernd 100 D.-Ctr. Heu zu liefern, denn auf so armer Wiese noch Raubbau auf Kali oder Phosphorsäure treiben, jährlich weniger ersetzen, als man entzieht, ist durchaus verwerflich.

Etwas anderes ist es, wenn die Wiese ohne Düngung nicht 25, sondern etwa 75 D.-Ctr. Heu liefert und der Ertrag durch Kaliphosphatdüngung auf 100 D.-Ctr. gesteigert werden kann. In solchem Fall mag es erlaubt sein, nicht den vollen Ersatz für die durch 100 D.-Ctr. Heu entzogenen Nährstoffe zu geben, wenigstens nicht den vollen Ersatz an Kali. Hat der Boden einen Gehalt von etwa 0,5 % Kali aufzuweisen, wie uns mehrfach ein solcher vorliegt, so ist nichts dagegen einzuwenden, wenn ein teilweises Zehren vom Kapital, ein teilweiser Raubbau als rationell erachtet wird und man etwa nur 70 oder nur 50 % der

entzogenen Kalimenge dem Boden zurückgiebt; denn überall da, wo Kali in großem Vorrat im Boden liegt, ist es Aufgabe des Landwirts, den Überfluß an Kali nicht als totes Kapital liegen zu lassen, sondern ihn in Pflanzensubstanz zu verwandeln.

Eins aber halte man dabei im Auge: Mit jedem unvollständigen Ersatz, den man dem Boden an Kali giebt, nähert man sich mit sicherem Schritt dem Zeitpunkt, von welchem an eine weitere Abnahme des Vorrates nicht mehr möglich ist, ohne daß die Ertragsfähigkeit des Bodens sich merklich vermindert, und von Jahr zu Jahr steigert sich die Notwendigkeit einer vermehrten Anwendung von Kalisalz. Also nur mit größter Vorsicht ist Raubbau zu treiben, und diese Vorsicht muß darin ihren Ausdruck finden, daß man von Zeit zu Zeit prüft, ob und in welchem Maße das Düngebedürfnis des Bodens infolge des unvollständigen Ersatzes sich gesteigert hat.

Ob man in gleicher Weise auch Raubbau an Phosphorsäure treiben darf, wie in diesem Beispiel an Kali, bleibt wohl noch zu fragen. Es kommt darauf an, wie groß der Bodenvorrat ist, jedenfalls gehört ein Wiesenboden, der so reich an Phosphorsäure ist, daß man während einer längeren Reihe von Jahren Raubbau auf ihm treiben könnte, zu den Seltenheiten und es ist außerdem in Rechnung zu ziehen, daß bei solchem Raubbau auch nicht viel zu gewinnen ist. Giebt man im vorliegenden Beispiel etwa nur halben Ersatz, so spart man 30 kg Phosphor-

säure pro Hektar im Werte von etwa 6 Mk. Wenn aber dadurch der Heuertrag um etwa 3 D.-Ctr. vom Hektar, also selbst um nur so viel sich vermindern sollte, als man weder durch das Auge, noch durch den Versuch genau feststellen kann, so würde damit der Gewinn schon verloren sein, denn die 3 D.-Ctr. Heu haben einen erheblich höheren Wert, als die gesparten 30 kg Phosphorsäure. Also auf der einen Seite ein höchst unsicherer, im besten Fall auch nur sehr geringer Gewinn neben der Möglichkeit eines erheblichen Mindererertrags, auf der anderen Seite die Sicherheit, daß der Wiesenboden seine volle Produktionsfähigkeit behält und an Phosphorsäure nicht verarmt — ich meine, es empfiehlt sich doch, das letztere zu wählen, einer Wiese also, die überhaupt düngebedürftig für Phosphorsäure ist, vollen Ersatz zu geben.

Die Kaliphosphatdüngung der Wiese gestaltet sich dann zu einer sehr einfachen. Man prüft, bis zu welcher Höhe der Heuertrag gesteigert werden kann. Man giebt zu diesem Zweck eine starke Kaliphosphatdüngung, etwa 10. D.-Ctr. Thomasmehl, um eines genügenden Überschusses sicher zu sein, und etwa 10 D.-Ctr. Kainit oder 3,5 D.-Ctr. 40%igen Kalidünger, und man bestimmt, wie hoch der Ertrag nach solcher Düngung sich stellt. Durch ausschließliche Phosphorsäuredüngung einerseits und ausschließliche Kalidüngung andrerseits prüft man zugleich, ob sich das Düngebedürfnis vorzugsweise nur auf den einen der Nährstoffe oder auf beide erstreckt. Stellt sich heraus, daß durch die Kaliphosphat-

düngung der Ertrag um das Doppelte oder mehr gesteigert wird und daß der Boden für Phosphorsäure sowohl als auch für Kali ein ausgesprochenes Düngebedürfnis hat, so giebt man der Wiese auf jede 100 D.-Ctr. Heu, die sie liefert, 60 kg Phosphorsäure und 170 kg Kali zurück. In Fällen dagegen, in welchen sich etwa kein Düngebedürfnis für Phosphorsäure und ein nur geringes für Kali zeigt, mag es, falls man mit aller Vorsicht dabei verfährt, gestattet sein, für eine beschränkte Reihe von Jahren weniger Kali und auch etwas weniger Phosphorsäure der Wiese zurückzugeben, als man ihr nimmt. Bedingung dabei ist, daß auch der durch Analyse festgestellte Gehalt des Wiesenbodens an Kali und Phosphorsäure als ein relativ hoher sich erweist.

Thomasmehl und Kalisalz können im Gemenge im Spätherbst oder Winter gestreut werden. Nur bei Überschwemmungswiesen wartet man, bis das Wasser sich verlaufen hat.

Die Weinberge.

Auch die Düngung der Weinberge ist wesentlich einfacher als die der Äcker. Die Pflanze wechselt nicht, das Düngebedürfnis ist in jedem Jahr das gleiche, und es macht keine Schwierigkeit, die jährliche Entnahme an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali festzustellen, um danach die aufzuwendenden Mengen von Düngemitteln zu bemessen. Mit so einfachen Verhältnissen zwar wie bei der

Wiesendüngung haben wir es hier nicht zu thun, denn der jährliche Ertrag an Wiesenheu ist leichter zu ermitteln als der an Holz, Blättern und Trauben, und der Wiesenertrag ist bei weitem nicht so großen Schwankungen unterworfen als der Ertrag der Weinberge. Auch unter sich sind die Weinberge ja sehr verschieden. Die einen tragen viel, die andern wenig Trauben, die einen liefern viel, die andern wenig Holz und Blätter, und dazu kommt, daß auch der Gehalt der Weinbergböden an Nährstoffen große Verschiedenheiten aufweist. Anderseits aber kommt ein Umstand in Betracht, der die Frage der Weinbergdüngung wieder sehr erleichtert, der Umstand nämlich, daß im Vergleich zum Werte des Produktes die Kosten der Düngung sehr gering sind, so daß die Vorteile, die man sich durch knappe Zumessung der Nährstoffe, durch event. Raubbau auf Kali oder Phosphorsäure machen könnte, gar nicht ins Gewicht fallen gegen den Nachteil, den man durch Ausfall an Trauben haben kann. Intensive Ernährung des Weinstocks um jeden Preis, selbst auf die Gefahr hin, daß einmal etwas mehr Phosphorsäure oder Kali oder Stickstoff angewendet werden sollte, als unbedingt erforderlich ist — das muß der erste Grundsatz hier sein, und wir wollen nun sehen, wie weit die übliche Stallmistdüngung reicht, den Nährstoffbedarf der Weinstöcke zu decken.

Die Stärke der Stallmistdüngung, welche man für Weinberge zu verwenden pflegt, ist sehr schwankend; man düngt mit 300—800 D.-Ctr. Mist pro Hektar und wieder-

holt diese Düngung alle 2—3—4 Jahre. Um eine bestimmte Grundlage zu haben, will ich annehmen, es werde alle drei Jahre mit 600 D.-Ctr. Stallmist gedüngt, das wird auch wohl der ungefähre Durchschnitt sein, und daraus berechnen sich pro Jahr und Hektar 200 D.-Ctr. Mist. Nun also zunächst die Frage: Enthalten die 200 D.-Ctr. Mist so viel Phosphorsäure, als 1 ha Weinberg verlangt?

In 200 D.-Ctr. Mist, falls derselbe von normaler Beschaffenheit ist, sind rund 50 kg Phosphorsäure enthalten. Reicht diese Menge? Nein. Unsern Ermittelungen nach kommen zwar die Weinberge mit 50 kg Phosphorsäure aus, um selbst Höchsterträge von Holz, Blättern und Trauben zu erzeugen, aber es ist unter den meisten Verhältnissen empfehlenswert, nicht 50, sondern 80—100 kg Phosphorsäure pro Hektar den Weinstöcken zu bieten, falls der Boden nicht schon stark angereichert ist. Je schneller die Pflanzen sich mit Phosphorsäure sättigen, um so schneller verarbeiten sie auch den verfügbaren Stickstoff, und um so schneller geht der gesamte Entwickelungsprozeß vor sich. Bei der Ackerkultur läßt sich ja sehr leicht beobachten, wie beispielsweise Rüben, welche stark mit Phosphorsäure gedüngt sind, 8—12 Tage früher gehackt werden können, als die nicht oder nur schwach mit Phosphorsäure gedüngten, und wie das Getreide, welches mit viel Phosphorsäure gedüngt ist, erheblich früher reift als das nach Phosphorsäure hungernde. Eine Beschleunigung der Vegetation, möglichst

schnelle und vollständige Verarbeitung des Stickstoffs aber ist zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit des Weinstocks gegen Pilzkrankheiten, sowie für den Reifeprozeß der Trauben, für die Erzielung einer möglichst guten Mostqualität und für rechtzeitiges Ausreifen des Holzes von größter Bedeutung. Ich empfehle daher, dem Weinberg in der Regel jährlich 80—100 kg Phosphorsäure pro Hektar zu geben, also bei einer Stallmistdüngung von 200 D.-Ctr. pro Jahr gerechnet noch eine Düngung von 30—50 kg Phosphorsäure in Form von Thomasmehl oder Superphosphat. Ist der Boden schwer, so wird man dem Superphosphat den Vorzug geben, ist er leicht, so kann man das Thomasmehl wählen. Man streut die Phosphate beim Beginn des Winterbaues der Weinberge breitwürfig aus.

Nun aber die Frage: Kann eine intensive Ernährung des Weinstocks mit Phosphorsäure unter Umständen auch schädlich wirken? Diese Frage ist mit ja zu beantworten. Eine starke Phosphorsäuredüngung kann nachteilig wirken, und man hat bereits in der Praxis der Weinbergdüngung mehrfach beobachtet, daß starke Superphosphatdüngungen ein so frühzeitiges Gelbwerden der Blätter zur Folge hatten, daß ein nachteiliger Einfluß auf die Zuckerbildung dadurch entstand. Auch bei unsern Versuchen haben wir dies gefunden. Zugleich aber haben wir festgestellt, daß solche Wirkung nur da auftrat, wo dem Weinstock ein für seinen Bedarf nicht ausreichendes Stickstoffquantum zur Verfügung

stand. Ich erinnere daran, daß die gleiche Erscheinung auch bei der Kultur von Halmgewächsen eintreten kann, besonders bei der Gerste. Wird Gerste mit viel Superphosphat gedüngt und steht zu wenig Stickstoff zur Verfügung, so entwickeln sich die Pflanzen infolge der schnellen Sättigung mit Phosphorsäure zunächst sehr üppig, sie verarbeiten den verfügbaren Stickstoff innerhalb sehr kurzer Zeit; dann aber stehen sie still, das Grün der Blätter wird heller, schließlich gelb, und es tritt Notreife der Körner ein. Intensive Phosphorsäuredüngung fordert bei allen Kulturen und insbesondere auch beim Weinstock eine sorgfältige Regelung der Stickstoffernährung. Ich will diese jetzt besprechen.

Wir haben eine Stallmistzufuhr von 200 D.-Ctr. pro Hektar und Jahr angenommen. In diesem Quantum werden dem Boden, falls der Mist von guter Beschaffenheit ist, rund 100 kg Stickstoff zugeführt, und da man annehmen kann, daß durch Tau, Regen verfaulende Blätter ꝛc. noch etwa 15—20 kg Stickstoff dem Hektar zugeführt werden, so scheint die angegebene Stallmistdüngung nur noch eine geringe Beigabe von Stickstoff zu verlangen, um den Bedarf der Weinstöcke vollauf zu decken, denn 140 kg Stickstoff pro Hektar reichen unsern Ermittelungen nach aus, um selbst den Höchstertrag von Holz, Blättern und Trauben zu erzeugen.

Man hat nun in der That auch vielfach behauptet, daß die starke Stallmistdüngung, welche dem Weinberg

durchschnittlich gegeben wird, nicht nur genug Stickstoff, sondern in vielen Fällen ein Übermaß an diesem Nährstoff enthalte und daß es in erster Linie darauf ankomme, dem mit Stallmist gedüngten Weinberg noch Kali und Phosphorsäure zuzuführen, um den Überschuß an Stickstoff auszugleichen. Chr. Oberlin in Beblenheim ist der erste unter den Praktikern gewesen, der dieser Behauptung entschieden entgegengetreten ist. Er hat die gegenteilige aufgestellt: Einem mit Stallmist gedüngten Weinberg fehlt es in erster Linie an Stickstoff, und erst nach reichlich gegebener Stickstoffdüngung ist die Möglichkeit vorhanden, daß auch eine gesteigerte Zufuhr von Phosphorsäure günstig wirkt. Weiter in der Praxis gemachte Beobachtungen und auch die Ergebnisse unserer nach dieser Richtung ausgeführten Forschungen haben die Richtigkeit der Behauptung Oberlin's bestätigt. Einem mit Stallmist gedüngten Weinberg fehlt es in erster Linie an Stickstoff; Phosphorsäure- und Kaligaben sind in der Regel nur dann wirksam, wenn starke Stickstoffgaben ihnen zur Seite stehen. Ich erinnere daran, daß wir das gleiche Bild auf dem Acker haben. Kaliphosphatdüngungen wirken in der Regel nur in Gemeinschaft mit Stickstoff, ja sie können auf einem stickstoffarmen Boden den Ertrag sogar vermindern, wenn nicht zugleich der Stickstoffhunger der Pflanzen gestillt wird.

Auch eine Erklärung dafür ist gefunden. Die 100 kg Stickstoff, welche wir dem Weinbergboden durch

200 D.=Ctr. Stallmist geben, haben nicht den Wirkungswert, den man ihnen bisher zugeschrieben hat. Zunächst ist zu bedenken, daß beim Ausfahren und Breiten des Mistes von den 100 kg Stickstoff schon ein nicht geringer Teil verloren geht. Soweit der Stickstoff des Stallmistes in Ammoniakform sich findet, ist er leichtflüchtig. Liegt der Mist längere Zeit auf dem Boden, ehe er untergebracht wird, so verdunstet die größte Menge des vorhandenen Ammoniaks, es bleibt Kot= und Strohstickstoff zurück, der im Boden nur langsam in aufnehmbare Form sich verwandelt und von welchem ein erheblicher Teil in Humussubstanz, die bekanntlich sehr langsam sich zersetzt, übergeht. Dazu kommt, daß obendrein noch Mikroorganismen im Boden thätig sein können, welche bestrebt sind, den aus dem Mist löslich gewordenen und in Salpetersäure übergegangenen Stickstoff frei zu machen und ihn der atmosphärischen Luft zurückzugeben. Es ist also Thatsache, daß die Weinberge, selbst die mit viel Stallmist gedüngten, stickstoffhungrig sind, und daß die geringen Erfolge, die man vielfach durch ausschließliche Kaliphosphatdüngung auf Weinbergen erhalten hat, auf einen durch solche Düngung nur noch vermehrten Stickstoffhunger der Pflanzen zurückgeführt werden müssen.

Nun aber die Frage: Wie groß ist das Düngebedürfnis der Weinberge für Stickstoff? Hierauf ist keine allgemein gültige Antwort zu geben; denn es sind die folgenden Umstände zu erwägen.

a) Der Stickstoffgehalt des Bodens, die Stärke der Stallmistdüngung und die Qualität des Stallmistes sind sehr verschieden.

b) Die Prozesse der Stallmistzersetzung, sowie alle Vorgänge im Weinbergboden, bei welchen einerseits Stickstoffverluste, andrerseits Stickstoffgewinne eintreten, sind je nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden.

c) Der Bedarf der Weinstöcke an Stickstoff ist je nach Rebsorte, Bodenlage und Erziehungsart sehr ungleich.

d) Es muß die Stickstoffernährung des Weinstocks so geregelt werden, daß sie dem bestimmt vorliegenden Kulturzweck — Massenbau oder Qualitätsbau — entspricht, und es muß Sorge getragen werden, daß der dargebotene Stickstoff früh genug und vollständig genug von den Pflanzen verarbeitet wird, so daß kein zu hoher Stickstoffgehalt des Mostes entsteht und die Reife des Holzes nicht verzögert wird.

Man wird hieraus erkennen, daß es unmöglich ist, eine bestimmte Stickstoffgabe als die zweckmäßigste für alle Weinberge zu bezeichnen. Ich kann nur angeben, daß man für mittlere Verhältnisse darauf rechnen darf, daß bei einer alle drei Jahre gegebenen Düngung von 600 D.-Ctr. Stallmist pro Hektar ein Zuschuß von etwa

60 kg löslichem Stickstoff im ersten Jahr (also neben Stallmist)
90 „ „ „ „ zweiten „
120 „ „ „ „ dritten „

erforderlich ist, um genügend starke Holzbildung und befriedigende Traubenerträge zu erzielen. Je feuchter, je kälter und tiefer die Lage des Weinbergbodens, je reicher die Stallmistdüngung und die Stallmistqualität, je höher der Humusgehalt des Bodens und je kräftiger der Holztrieb ist, um so mehr sind die Stickstoffgaben zu vermindern, während sie anderseits zu erhöhen sind, je trockener und humusärmer der Boden, je geringer die Stallmistdüngung und die Stallmistqualität ist und je mehr die Massenproduction in den Vordergrund tritt. Ich habe gefunden, daß man unter Verhältnissen, welche dem Massenbau besonders günstig waren, mit befriedigendem Erfolg die Düngung bis auf 200 kg Ammoniakstickstoff pro Hektar gesteigert hat, und es mag von Interesse sein, einige von Chr. Oberlin erhaltene Resultate hier anzuführen.

Auf einem Weinberg, der alle 4 Jahre mit 6 kg Stallmist pro Stock gedüngt wurde, erhielt Oberlin durch Beigabe von Ammoniakstickstoff das folgende:

	Stickstoffbeigabe pro Stock:				
Traubenvarietät . . .	5 g	10 g	15 g	20 g	25 g
	Traubengewicht in Kilo pro 100 Stöcke:				
Chasselas (Gutedel)	162	170	177	183	191
Pikolit (Balasant)	217	219	224	314	344

Oberlin bemerkt hierzu, daß Qualität und Quantität einander entgegenstehen. Hohe Quantität schließe eine feine Qualität aus.

Damit soll aber nicht gesagt sein — auch Oberlin spricht dies nicht aus — daß eine starke Stickstoffdüngung überall geringe Qualität erzeuge. Nur eine übertriebene Steigerung der Erträge durch hochintensive Düngung kann die Qualität vermindern.

Bezüglich der Frage, in welcher Form und zu welcher Zeit man den Stickstoff geben soll, bemerke ich, daß es sich empfiehlt, schwerem, thonigem Weinbergboden den Stickstoff in Ammoniakform, leichterem Boden in Salpeterform zu geben. Die erste Hälfte der vorgesehenen Düngung giebt man auf schwerem Boden beim Winterbau, auf leichterem beim Frühjahrsbau, die zweite Hälfte auf schwerem Boden im Mai, auf leichterem im Juni.

Es bleibt noch die Frage der Kalidüngung zu besprechen. Durch die von uns angenommene Stallmistdüngung von 200 D.-Ctr. pro Hektar erhält der Boden rund 120 kg Kali. Ist das ausreichend? Nein, wenigstens nicht für hohe Traubenerträge. Ein Zuschuß von etwa 80 kg Kali ist erforderlich, um Höchsterträge zu erzielen, und es empfiehlt sich, die Kalidüngung nicht zu knapp zu bemessen, denn eine normale Zusammensetzung des Mostes und eine ungehinderte Zuckerbildung kann nicht ohne reichliche Kaliernährung geschehen. Ich empfehle daher, auch wenn der Weinbergboden nicht arm an Kali ist, in der Regel etwa 2 D.-Ctr. 40 %igen Kalidünger pro Hektar zu geben und denselben bei Beginn des Winterbaues breitwürfig auszustreuen. Für ausnehmend

kalireiche Böden kann auch eine Gabe von 1 D.-Ctr. 40 %igem Kalidünger ausreichen, während man andrerseits bei sehr kaliarmen, sandigen Böden die Gabe auf etwa 3 D.-Ctr. erhöht.

Kainit ist für Weinbergdüngung nicht zu empfehlen, der 40 %ige Kalidünger aber kann überall, auch auf schweren Böden, verwendet werden.

Aufstellung eines Düngungsplans für eine vollständige Rotation.

Die Düngung der Wiesen und Weinberge bietet, wie wir gesehen haben, geringere Schwierigkeit als die Düngung des Ackers. Der Acker wird in jedem Jahr mit einer neuen Pflanze bestellt, und bei der Düngung dieser Pflanze soll nicht nur ihr besonderes Düngebedürfnis, sondern auch der Nährstoffgehalt des Bodens, die Düngung, welche die Vorfrucht erhalten hat, der Einfluß, welchen die Vorfrucht auf den Düngungszustand des Bodens geübt hat, die Nachwirkung der im Überschuß gegebenen Düngungen und endlich noch das Düngebedürfnis der Nachfrucht berücksichtigt werden. Das alles macht die Sache sehr verwickelt und schwierig, und mit solcher Schwierigkeit steht auch die Thatsache im Einklang, daß in keiner, auch nicht in der bestgeleiteten Gutswirtschaft der Nachweis erbracht werden kann, daß die dort befolgte Düngung einem vollkommen begründeten und auf seine Richtigkeit geprüften Plan entspricht.

In Beschreibungen von Gutswirtschaften finden sich zwar Angaben über die verwendeten Düngemittel, auch wohl über die durch Verbesserung der Kultur und durch

intensivere Ernährung der Pflanzen von Jahr zu Jahr erzielte Steigerung der Erträge, allein die Unterlagen für die befolgte Düngungsweise, sowie Mitteilungen über eine etwaige Prüfung des Düngungsplans und eine Kritik desselben findet man nicht. In einer mir vorliegenden Abhandlung ist beispielsweise angegeben, daß die Zuckerrüben in der einen Periode 80—120 kg, in der andern 50—70 kg und in der dritten 80—90 kg Phosphorsäure jährlich erhalten haben. Welche Umstände und Erfahrungen aber bestimmend gewesen sind, diese Mengen zu wählen, bezw. die Stärke der Gaben zu wechseln, ist nicht mitgeteilt, und man erhält den Eindruck, daß in dieser Richtung eine gewisse Unsicherheit geherrscht hat. Man ist sich nicht klar gewesen, welche Gaben von Phosphorsäure und Kali verwendet werden mußten, und man hat sich keine bestimmte Rechenschaft darüber geben können, ob die Mengen, für die man sich entschieden hatte, die richtigen waren oder nicht. Man hat überhaupt nicht nach einem bestimmten und wohlbegründeten Plan gehandelt; allgemeine Annahmen sind maßgebend gewesen, nach dem Beispiel anderer oder nach den Ratschlägen von Autoritäten hat man sich gerichtet; man hat zur Beruhigung oft etwas mehr Phosphorsäure gegeben, als wohl unbedingt nötig war, mit Kali hier und da es probiert, und man hat mehr nach Gutdünken gehandelt als nach bestimmten und kontrollierbaren Berechnungen.

Aber darf man dem Praktiker einen Vorwurf daraus machen? Gewiß nicht. Er konnte nicht anders. Die

Wissenschaft hat ihm keine Grundlagen geboten, die sicher genug waren, um planvoller zu handeln. Fragen, welche das Düngebedürfnis des Bodens bei bestimmtem prozentischen Nährstoffgehalt, oder welche das besondere Düngebedürfnis der verschiedenen Kulturpflanzen, die Nachwirkung im Überschuß gegebener Düngungen, die Höhe des erforderlichen Ersatzes im Vergleich zur entzogenen Menge, die Wirkungsdifferenzen unter den verschiedenen Formen der Nährstoffe, die Wirkungen der Nebenbestandteile der Handelsdünger, die Ausnutzung der Stickstoffsalze u. s. w. betreffen, sind noch nicht gründlich genug bearbeitet gewesen, um eine klare und vollkommen befriedigende Auskunft über sie geben zu können. Aber ich glaube, daß es jetzt an der Zeit ist, den inzwischen gemachten Fortschritten in der Düngungslehre mehr Rechnung zu tragen. Die praktisch wichtigsten Düngungsfragen sind so weit geklärt, daß es möglich sein wird, die Düngung der Felder sowohl, als auch die Versuche, welche die verwendete Düngung auf ihre Richtigkeit prüfen sollen, planvoller zu gestalten.

Ich will versuchen, hierin behilflich zu sein, und stelle vor allem den Grundsatz auf, daß bei der Frage, wie ein bestimmter Acker gedüngt werden soll, nicht die einzelne Kulturpflanze nur, sondern zugleich die gesamte Rotation ins Auge gefaßt werden muß.

Es ist unrichtig, wenn man fragt, wie die Gerste, der Hafer, der Weizen, die Rübe 2c. zu düngen ist. Man muß vielmehr fragen, wie sind die auf die Stallmistdüngung

folgenden Früchte zu düngen, die bis zur neuen Stallmistdüngung gebaut werden sollen. Es muß die gesamte Rotation ins Auge gefaßt werden. Ich will annehmen, in einer bestimmten Wirtschaft werde so viel Vieh gehalten, daß auf den Hektar gerechnet 100 D.-Ctr. Stallmist jährlich produziert werden, und ich will annehmen, daß alle 5 Jahre mit Stallmist gedüngt werde. Dann liegt die Sache so: das Hektar Ackerland wird mit 500 D.-Ctr. Stallmist gedüngt; auf diese Düngung folgt eine Rotation von 5 Früchten und die Fragestellung ist: reicht die genannte Stallmistmenge aus, um von den 5 Früchten den höchstmöglichen Ertrag bezw. den höchstmöglichen Gewinn zu erzielen? oder muß man Kali, Phosphorsäure, Stickstoff zukaufen und, falls dies nötig ist, welche Mengen der genannten Nährstoffe sind für die Rotation erforderlich und wie sind sie auf die einzelnen Früchte zu verteilen? Das ist die Frage, die in jeder Wirtschaft gestellt wird, und ich will zeigen, wie man auf diese Frage eine Antwort erhält.

Zunächst ist zu berechnen, wieviel Doppelcentner Stallmist die Wirtschaft pro Jahr und Hektar zur Verfügung stellt. Das ist natürlich nur ganz ungefähr anzugeben, denn die Menge des jährlich erzeugten Mistes hängt von Umständen ab, die nicht immer gleichbleibend sind. Die Stärke der Viehhaltung ändert sich, die Art der Fütterung wechselt, auch die Dauer der Aufbewahrung des Mistes und das damit zusammenhängende Schwinden der Mistquantität bleibt sich nicht gleich, kurz — in dem einen Jahr

ist die Mistproduktion nicht genau so groß, als in dem andern. Aber so ganz ungefähr läßt sich doch berechnen, wieviel Centner Mist auf das Hektar bezogen jährlich produziert werden.

Ich will wie oben annehmen, die Wirtschaft stelle 100 D.=Ctr. Mist pro Hektar jährlich zur Verfügung, und man gebe dementsprechend alle 5 Jahre eine Düngung von 500 D.=Ctr. Mist. Die Fruchtfolge bestehe etwa in Kartoffeln, Gerste mit Kleeeinsaat, Rotklee, Roggen und Hafer. Nun ist also die Frage zu stellen: Reicht die angegebene Mistdüngung aus, einen befriedigenden Ertrag bezw. einen befriedigenden Gewinn zu erzielen, oder wird man mit künstlichen Düngern, event. mit welchen Düngemitteln und welchen Mengen derselben nachhelfen müssen? Auf diese Frage giebt der folgende einfache Versuch eine Antwort.

Es wird ein Ackerstück von 1/4 Hektar Größe, welches abgetragen ist, auf welchem also die Rotation wieder beginnen soll, mit gewogenen 125 D.=Ctr. Stallmist gedüngt, und der Stallmist wird mit großer Sorgfalt gleichmäßig ausgebreitet und eingepflügt. Auf dem Acker werden alsdann 20 Parzellen à 1 ar abgemessen und abgesteckt, wie ich dies in meiner Schrift „Düngungsfragen Heft 4" näher beschrieben habe. Von den 20 Parzellen erhalten je 4 Parallelparzellen die folgende Düngung:

Versuch 1: keine Düngung,
„ 2: Volldüngung, bestehend aus Kali, Phosphorsäure und Stickstoff;

Versuch 3: Volldüngung wie bei 2, aber ohne Kali;
" 4: " " " 2, " " Phosphorsäure;
" 5: " " " 2, " " Stickstoff.

Die Volldüngung bestehe im vorliegenden Beispiel aus folgenden Düngermengen:

	40 % iges Kalisalz D.-Ctr.	Thomasmehl D.-Ctr.	Superphosphat D.-Ctr.	Chilisalpeter D.-Ctr.
Für das 1. Jahr (Kartoffeln)	2	6	—	2
" " 2. " (Gerste mit Kleeeinsaat)	3	4	2	1
" " 3. " (Rotklee) .	—	—	—	—
" " 4. " (Roggen) .	1	2	—	2
" " 5. " (Hafer) . .	1	2	—	3

Der Versuch wird also unter Befolgung der vorstehenden Düngung und Fruchtfolge 5 Jahre lang durchgeführt. Das Ergebnis desselben wird, wie wir aus den Resultaten unserer zahlreichen Versuche hier als Beispiel anführen können, das folgende sein:

(Siehe Tabelle Seite 150.)

Aus diesen Resultaten ersieht man, daß die Stallmistdüngung bei weitem nicht ausgereicht hat, die höchstmöglichen Erträge zu erzielen. Die Zugabe von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff (Volldüngung) hat den Ertrag gesteigert:

bei Kartoffeln um 100 D.-Ctr. pro Hektar,
" Gerste " 8 " " "
" Klee " 60 " " "
" Roggen " 8 " " "
" Hafer " 14 " " " .

	Erträge vom Hektar:				
	Versuch				
	1	2	3	4	5
	nur mit Stallmist gedüngt	Stallmist + Volldüngung	Stallmist + Volldüngung ohne Kali	Stallmist + Volldüngung ohne Phosphorsäure	Stallmist + Volldüngung ohne Stickstoff
	D.-Ctr.	D.-Ctr.	D.-Ctr.	D.-Ctr.	D.-Ctr.
1. Jahr Kartoffeln	160	260	220	210	210
2. Jahr Gerstekörner	28	36	34	34	32
3. Jahr Kleeheu .	60	120	100	100	120
4. Jahr Roggenkörner	22	30	28	26	24
5. Jahr Haferkörner	22	36	34	30	22

Nun aber bleiben weitere Fragen zu stellen. Zunächst die Frage: Ist die Volldüngung rentabel gewesen?

Um dies zu prüfen, haben wir den Marktwert der Mehrerträge mit den Kosten der Düngung in Vergleich zu stellen.

Rechnen wir den Preis

des Chilisalpeters zu 20,00 Mk. pro D.-Ctr.,
" Thomasmehls " 4,50 " " "
" Superphosphats " 6,00 " " "
" 40 %igen Kalisalzes " 7,50 " " "

und nehmen wir den Marktwert

der Kartoffeln zu 2,00 Mk. pro D.-Ctr.,
des Kleeheus " 4,00 " " "

der Roggenkörner	zu 13,50	Mk. pro D.-Ctr.,
„ Gerstekörner	„ 14,00	„ „ „
„ Haferkörner	„ 13,00	„ „ „
des Gerste- und Haferstrohs	„ 2,00	„ „ „
„ Roggenstrohs	„ 3,00	„ „ „

an, so ergiebt sich, daß während der 5 Jahre durch die Zugabe von Kunstdüngern pro Hektar erzielt worden ist:

ein Gewinn von 668 Mk., wenn die Volldüngung gegeben war,
„ „ „ 456 „ „ an der Volldüngung das Kali gefehlt hatte,
„ „ „ 356 „ „ an der Volldüngung die Phosphorsäure gefehlt hatte,
„ „ „ 319 „ „ an der Volldüngung der Stickstoff gefehlt hatte.

Man sieht, daß die Düngung rentabel gewesen ist und daß die Volldüngung den weitaus höchsten Gewinn erbracht hat. Es hat weder an Phosphorsäure, noch an Kali, noch an Stickstoff fehlen dürfen, um den Gewinn von 668 Mk. pro Hektar für die fünfjährige Rotation zu erzielen.

Aber damit ist die Sache noch nicht erledigt. Es liegt ja die Möglichkeit vor, daß man mit Stickstoff oder Kali oder Phosphorsäure, wenn auch die Rentabilität der Düngungen eine sehr befriedigende gewesen ist, doch etwas Luxus getrieben hat. Es ist möglich, daß man von dem einen oder dem andern der Nährstoffe etwas mehr gegeben hat, als zur Erzielung der gewonnenen Erträge unbedingt nötig war. Es sind also die folgenden Fragen zu stellen:

1. Sind die Salpetergaben zu vollkommener Ausnutzung gelangt?

Vergleicht man den Versuch 5 (Volldüngung ohne Stickstoff) mit Versuch 2 (Volldüngung), so ergiebt sich, daß durch Salpeterdüngung erzielt worden sind:

50	D.-Ctr.	Kartoffeln	durch	2 D.-Ctr.	Chilisalpeter	(1. Jahr),
4	„	Gerstekörner	„	1 „	„	(2. Jahr),
6	„	Roggenkörner	„	2 „	„	(4. Jahr),
14	„	Haferkörner	„	3 „	„	(5. Jahr).

Vergleicht man diese Mehrerträge mit den betr. Angaben, welche ich in meiner Schrift über die Stickstoffdüngung der Pflanzen[1]) gemacht habe, so wird man sehen, daß bei sämtlichen oben aufgeführten Früchten der Chilisalpeter vollkommen zur Ausnutzung gekommen ist. Es ist bei keiner Frucht und in keinem Jahre ein unwirksamer Überschuß an Stickstoff gegeben worden.

2. Sind die Kaligaben zu vollkommener Ausnutzung gelangt?

Die Kalidüngung hat, wie man oben sieht, einen Mehrertrag von

40 D.-Ctr. Kartoffeln,
20 „ Kleeheu,
6 „ Gerste-, Roggen- und Haferkörner

und damit einen Gewinn von 212 Mk. erbracht.

---

[1]) Kurze Anleitung zur rationellen Stickstoffdüngung landw. Kulturpflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Chilisalpeters. Verlagsbuchhandlung Paul Parey. Berlin 1900. Preis 1 M. 20 Pf.

In den genannten Mehrerträgen aber sind nur 79 kg Kali enthalten, während man in Form von Kalisalz nicht weniger als 280 kg in den Boden gebracht hat. Also die Frage: würde nicht etwa die Hälfte der Kaligabe schon ausgereicht haben, die gleichen Mehrerträge zu erzeugen? Nein: denn unsere Versuche haben ergeben, daß man, um des gewünschten Erfolges sicher zu sein, in der Regel zweimal, selbst dreimal soviel Kali verwenden muß, als in den zu erzielenden Mehrerträgen enthalten ist. Will man durch Kalidüngung erhebliche Ertragssteigerungen bewirken, so muß die Pflanze in der Lage sein, schon in ihrer ersten Jugend sich schnell und reichlich mit Kali zu sättigen; sie darf nicht zu sehr auf das langsam sich lösende Kali des Stallmistes und des Bodens angewiesen sein. Würde man im vorliegenden Fall etwa nur die Hälfte der Kalidüngung verwendet und dadurch 26 Mk. an Düngungskosten gespart haben, so würde eine Verminderung des 212 Mk. betragenden Gewinns auf vielleicht 100 Mk entstanden sein.

Im übrigen aber zeigt auch noch die folgende Rechnung, daß es nicht unrationell war, die 280 kg betragende Kaligabe trotz des scheinbaren Überflusses ungeschmälert zu verwenden. Vergleicht man nämlich die in den Erträgen enthaltenen Kalimengen mit den durch die Düngung dem Boden ersetzten, so ergiebt sich das Folgende:

Die bei Versuch 2 (Stallmist + Volldüngung) erzielten Erträge haben 651 kg Kali dem Acker entzogen. Durch 500 D.-Ctr. Stallmist sind 320 kg Kali und durch

die Kalisalzdüngung 280 kg, zusammen also 600 kg Kali dem Boden gegeben worden. Entnahme und Ersatz haben sich also noch nicht vollkommen ausgeglichen. Es ist der Bodenvorrat trotz starker Düngung um 51 kg Kali vermindert worden. Wollte man nun einen erheblich stärkeren Raubbau an Kali treiben, so würde der Boden bald nicht mehr imstande sein, Höchsterträge zu liefern. Man darf also annehmen, daß die verwendete Kalidüngung keine zu hoch bemessene gewesen ist.

3. Sind die Phosphorsäuregaben zu vollkommener Ausnutzung gelangt?

Wir verfahren hier genau so, wie bei der Prüfung der Kalifrage. Vergleicht man die Erträge von Versuch 4 (Volldüngung ohne Phosphorsäure) mit denen von Versuch 2 (Volldüngung) und berechnet deren Phosphorsäuregehalt, so ergiebt sich, daß die erzielten Erträge einen Mehrbedarf von 34 kg Phosphorsäure beansprucht haben. Durch Thomasmehl- und Superphosphatdüngung aber sind nicht 34, sondern 240 kg Phosphorsäure dem Boden gegeben worden, also siebenmal mehr, als die Mehrerträge beansprucht haben. Demnach wäre also Verschwendung mit Phosphorsäure getrieben worden? Nein. Auf Grund unserer Ermittlungen darf man als Regel annehmen, daß sechs- bis siebenmal mehr Phosphorsäure in den Boden gebracht werden muß, als der durch Phosphorsäuredüngung erzielbare Mehrertrag der Rechnung nach

bedarf. Mit dem bei obigem Versuch durch Phosphorsäuredüngung erzielten Gewinn, der nicht weniger als 313 Mk. für die Rotation beträgt, aber darf man ja auch zufrieden sein, und man muß bedenken, daß eine Verminderung der Phosphorsäuredüngung auch keine so sehr große Verminderung der Düngungskosten ergeben haben würde. Die verwendete Phosphorsäuredüngung hat 75 Mk. gekostet. Wollte man also die Düngung auf etwa die Hälfte reduzieren, so würde man nur 38 Mk. an Düngungskosten sparen, dadurch aber der Gefahr ausgesetzt sein, daß der Gewinn um 120—160 Mk. sich verminderte.

Berechnen wir nun noch, wie es im vorliegenden Fall mit Entnahme und Ersatz an Phosphorsäure steht, so ergiebt sich das Folgende:

Der bei Versuch 2 (Mist + Volldüngung) erzielte Ertrag hat 229 kg Phosphorsäure aufgenommen. Durch 500 D.-Ctr. Stallmist sind 125 kg Phosphorsäure und durch die Düngung mit Phosphaten sind 240 kg, zusammen also 365 kg Phosphorsäure zugeführt worden. Man hat also einen Überschuß von 136 kg Phosphorsäure gegeben. Behält man nun die gleiche Düngung für die weiter folgenden Rotationen bei, so vermehrt sich der Phosphorsäurevorrat von Jahr zu Jahr. Nach 10 oder 20 oder 30 Jahren wird er sich dann so weit angesammelt haben, daß der Boden mit Phosphorsäure gesättigt ist und man ihm von da ab nicht wesentlich mehr Phosphorsäure zuzuführen braucht, als man durch die Erträge entzieht.

Man wird zugeben, daß der beschriebene Versuch, dessen Ausführung thatsächlich nicht so gar viel Mühe macht, ganz außerordentlich wertvolle Anhaltspunkte zur Beurteilung der Frage giebt, mit wieviel Phosphorsäure, Kali und Stickstoff man im gegebenen Fall düngen soll, um befriedigende Erträge und einen befriedigenden Gewinn zu erzielen. Leitet man einen solchen Versuch ein, so wird man — das ist ja klar — nicht erst bis zum endlichen Abschluß desselben, also nicht erst 5 Jahre zu warten brauchen, bis man verwertbare Resultate erhält. Schon die Erfolge des ersten und zweiten Jahres werden deutlich zeigen, ob die Stallmistdüngung reicht oder nicht, und welche Düngemittel es in erster Linie sind, die event. zu Hilfe genommen werden müssen. Es ist auch nicht unbedingt nötig, daß man bei dem Versuch genau die Fruchtfolge einhält, die sonst in der Wirtschaft üblich ist. In vielen Wirtschaften wird ja überhaupt eine feststehende Fruchtfolge nicht genau eingehalten. Es kommt ja nur darauf an, festzustellen, ob und wieweit unter den gegebenen Verhältnissen die im Mittel zur Verfügung stehende Stallmistmenge reicht, die erzielbaren Erträge zu erhalten, und es macht keine Schwierigkeit, auf Grund der Ergebnisse eines auf 4 oder 5 Jahre sich erstreckenden Versuchs den Düngerbedarf für beliebige Fruchtfolgen zu berechnen. Man wird einsehen, daß auch, wenn eine selbst 10 Jahre umfassende Rotation vorliegt, ein etwa 4 oder 5 Jahre fortgesetzter Versuch vollkommen genügt, um die zur Beurteilung des Düngerbedarfs

der längeren Rotation erforderlichen Anhaltspunkte zu gewinnen.

Es sei noch an der Hand eines zweiten bestimmten Beispiels aus der Praxis gezeigt, wie man einen Düngungsplan für eine vollständige Rotation bezw. für einen Rotationsdüngungsversuch aufzustellen hat.

In einer kleinen, nur 21 ha umfassenden Gutswirtschaft des Odenwaldes, einer Besitzung des Herrn Jakob Keller in Ernsthofen, haben wir während einer Reihe von Jahren Feldversuche über verschiedene Fragen der Stallmistproduktion, der Stallmistwirkung, der Kali-, Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung ausgeführt und haben dabei eine Reihe von Anhaltspunkten gewonnen, welche für die Aufstellung eines für die dortige Gemarkung passenden Düngungsplans zu verwerten sind. An anderem Orte werde ich unsere Versuche ausführlich mitteilen. Hier sei nur das Folgende kurz angegeben.

Die Besitzung besteht aus 4,25 ha Wiesen und 16,5 ha Ackerland. Es werden 15 Stück Milchvieh gehalten, welche bei täglicher Einstreu von 50 kg Stroh jährlich 2372 D.-Ctr. frischen, bezw. 1642 D.-Ctr. mäßig verrotteten Mist und 1168 hl Jauche liefern. Die Wirtschaft ist sechsschlägig und die Fruchtfolge ist: 1. ½ Schlag Futterrüben, ½ Schlag Kartoffeln in Mist- und Jauchedüngung; 2. Weizen mit Jauchedüngung; 3. Hafer mit Kleeeinsaat; 4. Klee; 5. Weizen; 6. Hafer. Die verfügbare Menge Stallmist berechnet sich für die Rotation auf rund 600 D.-Ctr.

und die verfügbare Jauche (von welcher 1/8 auf die Wiesen kommt) auf 283 hl pro Hektar Ackerland. Bei dieser alle 6 Jahre sich wiederholenden Düngung werden unter Ausschluß von Handelsdüngern unseren Erfahrungen nach geerntet:

500	D.-Ctr.	Futterrüben	vom	Hektar.
200	„	Kartoffeln	„	„
17	„	Weizenkörner	„	„
17	„	Haferkörner	„	„
60	„	Rotkleeheu	„	„

Es ist nun zu berechnen, wieviel Stickstoff, Phosphorsäure und Kali durch diese Erträge dem Boden entzogen werden, wobei der im Rotklee enthaltene Stickstoff außer Rechnung bleibt, da der Klee den Boden stickstoffreicher hinterläßt, als er ihn übernommen hat, und es ist andrerseits zu berechnen, wieviel Kali, Phosphorsäure und Stickstoff dem Boden durch die verfügbare Menge von Stallmist und Jauche wieder zugeführt wird. Die folgende Zusammenstellung, welche zugleich den von uns festgestellten prozentischen Gehalt der Ernteprodukte an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali angiebt, enthält die Ergebnisse der Rechnung.

(Siehe die Tabellen Seite 159 und 160.)

Berechnet man diese Zahlen auf 1 ha, so ergiebt sich das Folgende: Auf je 1 ha Ackerland werden dem Boden entzogen: 63 kg Stickstoff, 30 kg Phosphorsäure, 100 kg Kali, und durch Stallmist und Jauche werden zugeführt: 61,3 kg Stickstoff, 29,6 kg Phosphorsäure und 102,2 kg

Bebaute Fläche in Hektar	Kulturpflanze	Ertrag von 1 ha D.-Ctr.	Ertrag auf der bebauten Fläche D.-Ctr.	Gehalt der Erntesubstanz an			Gehalt der Gesamternte an		
				Phosphorsäure %	Kali %	Stickstoff %	Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg
1,375	Futterrüben	500 Rüben	688 Rüben	0,10	0,45	0,25	69	310	172
		130 Blätter	179 Blätter	0,10	0,45	0,35	18	81	63
1,375	Kartoffeln	200 Kartoffeln	275 Kartoffeln	0,15	0,75	0,45	41	206	124
		24 Kraut	33 Kraut	0,18	0,50	0,50	6	17	17
5,5	Weizen	17 Körner	94 Körner	0,8	0,6	20	75	56	188
		37 Stroh	204 Stroh	0,25	0,7	0,5	51	143	102
5,5	Hafer	17 Körner	94 Körner	0,9	0,6	20	85	56	188
		37 Stroh	204 Stroh	0,25	2,2	0,9	51	449	184
2,75	Rotklee	60 Heu	165 Heu	0,6	2,0	—	99	330	—
16,50					In Summa:		495	1648	1038

Kali. Die Differenz zwischen Entnahme und Ersatz beträgt also nur 1,7 kg Stickstoff, 0,4 kg Phosphorsäure und 2,2 kg Kali pro Hektar. Entnahme und Ersatz stehen also im Gleichgewicht; so viel Stickstoff, Phosphorsäure und Kali dem Ackerland jährlich durch Stallmist und Jauche zugeführt wird, so viel giebt der Boden in den Erträgen zurück.

Den 16,5 ha Ackerland wird an Stallmist und Jauche gegeben	Gehalt an Nährstoffen:			Nährstoffgehalt der verwendeten Menge Mist und Jauche:		
	Phosphorsäure %	Kali %	Stickstoff %	Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg
1642 D.-Ctr. Mist . . .	0,25	0,6	0,45	411	985	739
779 hl Jauche	0,1	0,9	0,35	78	701	273
		In Summa:		489	1686	1012

Von uns ausgeführte Versuche in Ernsthofen haben nun ergeben, daß diese Erträge durch Zufuhr von Handelsdüngern bedeutend zu steigern sind. Wir haben festgestellt, daß eine sehr gewinnbringende Steigerung erzielt werden kann bis zu rund:

1000 D.-Ctr. Futterrüben vom Hektar.
300 „ Kartoffeln „ „
40 „ Weizenkörner „ „
40 „ Haferkörner „ „
150 „ Rotkleeheu „ „

Diese Erträge also müssen als Ziel gesetzt werden. Kann der Acker sie auch nicht in jedem Jahr und von jeder Frücht liefern, denn die Witterung ist nicht immer ausreichend günstig, so ist doch die Düngung, zunächst wenigstens die Kali- und Phosphorsäuredüngung, so zu bemessen, daß bei günstiger Jahreswitterung die als Ziel gesetzten Erträge produziert werden können.

Nun wollen wir sehen, mit wieviel Phosphorsäure, Kali und Stickstoff gedüngt werden muß, um die in Aussicht genommenen Höchsterträge zu erhalten. Zunächst bestimmen wir die

Phosphorsäure- und Kaligaben.

Wenn wir die als Ziel gesetzte Produktion die intensive, und die bisherige, bei ausschließlicher Stallmistdüngung erhaltene, die extensive nennen, so giebt die folgende Zusammenstellung ein Bild über den Bedarf an Phosphorsäure und Kali.

(Siehe Tabelle Seite 162.)

Wir haben also für die sechsjährige Rotation mit einem Mehrbedarf von 219 kg Phosphorsäure und 659 kg Kali pro Hektar zu rechnen.

Zunächst sei die Phosphorsäuredüngung besprochen und die Frage gestellt: Wird es statthaft sein, nicht den aus der Rechnung sich ergebenden Gesamt-Mehrbedarf von 219 kg Phosphorsäure zu verwenden, sondern nur einen Teil desselben, also Raubbau an Phosphorsäure zu

Fruchtfolge	Bedarf für 1 ha					
	Phosphorsäure			Kali		
	extensive Produktion kg	intensive Produktion kg	Mehrbedarf bei intensiver Produktion kg	extensive Produktion kg	intensive Produktion kg	Mehrbedarf bei intensiver Produktion kg
1. Futterrüben .	63	128	65	283	574	291
2. Weizen	23	47	24	36	66	30
3. Hafer m. Kleeeinsaat	25	51	26	92	156	64
4. Klee	36	90	54	120	300	180
5. Weizen	23	47	24	36	66	30
6. Hafer	25	51	26	92	156	64
Summe:	195	414	219	659	1318	659

treiben? Darauf ist mit nein zu antworten, denn der Boden, obgleich er einen Gehalt von 0,133 % Phosphorsäure aufweist, hat sich bei unsern Versuchen als sehr düngebedürftig für Phosphorsäure gezeigt. Raubbau läßt sich auf solchem Boden nicht treiben, im Gegenteil: wenn man eine Ertragssteigerung von — wie in unserm Beispiel — 23 D.-Ctr. Weizenkörner vom Hektar erzielen will und man berechnet hat, daß diese Ertragssteigerung einen Mehrbedarf von 24 kg Phosphorsäure fordert, so ist jedem Praktiker bekannt, daß eine so geringe Düngung bei weitem nicht genügt, jenen Mehrertrag zu erzeugen.

Einem armen Boden muß man mindestens fünfmal mehr Phosphorsäure geben, als der zu erzielende Mehrertrag der Rechnung nach beansprucht, wie ich dies im Abschnitt „Phosphorsäuredüngung" auf Seite 53 eingehend dargelegt habe. Ich stelle auf Grund dieser Darlegungen den folgenden Plan für die Phosphorsäuredüngung auf:

1. Frucht: **Futterrüben** in Stallmist- und Jauchedüngung. Phosphorsäurebedarf: 128 kg pro Hektar. Durch 600 D.-Ctr. Stallmist und 283 hl Jauche erhält der Boden 178 kg Phosphorsäure. Da der Boden sehr phosphorsäurehungrig ist, wird eine Beidüngung von 150 kg Thomasmehl-Phosphorsäure im Herbst und bei der Einsaat der Rüben eine weitere Düngung von 60 kg Superphosphat-Phosphorsäure gegeben.

2. Frucht: **Weizen** mit Jauchedüngung. Phosphorsäurebedarf: 47 kg pro Hektar. Durch 142 hl Jauche werden 14 kg Phosphorsäure zugeführt. Es wird eine Düngung von 45 kg Thomasmehl-Phosphorsäure beigegeben.

3. Frucht: **Hafer mit Kleeeinsaat.** Phosphorsäurebedarf inkl. Klee: 141 kg. Es wird eine Düngung von 120 kg Thomasmehl-Phosphorsäure gegeben und bei der Einsaat des Hafers eine weitere Düngung von 30 kg Superphosphat-Phosphorsäure.

4. Frucht: **Klee.** Keine Düngung.

5. Frucht: **Weizen.** Phosphorsäurebedarf: 47 kg. Es wird eine Düngung von 60 kg Thomasmehl-Phosphorsäure gegeben.

6. Frucht: **Hafer.** Phosphorsäurebedarf: 51 kg. Es wird eine Düngung von 60 kg Thomasmehl-Phosphorsäure gegeben.

In Summa sind nach vorstehendem Plan gegeben: 717 kg Phosphorsäure, während der Bedarf der Pflanzen sich auf 414 kg berechnet. Die Anreicherung des Bodens wird demnach innerhalb der sechsjährigen Rotation 303 kg Phosphorsäure pro Hektar betragen.

Beim Wiederbeginn der Rotation wird man — besonders dann, wenn die als Ziel gesetzte Höhe der Erträge nicht voll erreicht ist — eine Verminderung der Phosphorsäuredüngung um etwa 100 kg eintreten lassen können.

Wir haben jetzt die Kalimengen festzustellen.

Der Mehrbedarf an Kali beträgt für die sechsjährige Rotation laut obiger Aufstellung 659 kg pro Hektar, und nun die Frage: Darf Raubbau an Kali getrieben, also weniger zurückgegeben werden, als jenem Mehrbedarf entspricht? Der Boden enthält 0,33 % Kali. Das ist kein armer Boden, aber dennoch empfiehlt es sich, im vorliegenden Fall keinen oder nur geringen Raubbau an Kali zu treiben, denn es ist zu bedenken, daß besonders die Rüben, die Kartoffeln und der Klee, die verhältnismäßig hohe Anforderungen an den Kaligehalt des Bodens stellen, nur dann zu sehr hohen Erträgen befähigt sind, wenn sie aus großem Vorrat schöpfen, und ich bemerke, daß der vorliegende Boden bei unsern Versuchen sich als sehr düngebedürftig für Kali erwiesen hat. Ich halte im vorliegenden Fall die folgende Kalidüngung für empfehlenswert:

1. Frucht: **Futterrüben** in Stallmist- und Jauchedüngung. Kalibedarf: 574 kg. Durch 600 D.-Ctr. Stallmist und 283 hl Jauche werden 615 kg Kali zugeführt, und es sind, da das Kali des Stallmistes zum Teil nur langsam zur Wirkung kommt, durch Kalisalzdüngung weitere 160 kg Kali zu geben.

2. Frucht: **Weizen** mit Jauchedüngung. Kalibedarf: 66 kg. Durch 142 hl Jauche werden 128 kg Kali zugeführt. Eine Kalidüngung ist somit nicht erforderlich.

3. Frucht: **Hafer mit Kleeeinsaat.** Kalibedarf inkl. Klee: 456 kg. Es ist mit 120 kg Kali zu düngen.

4. Frucht: **Klee.** Während der Wintermonate ist der Klee mit 120 kg Kali zu düngen.

5. Frucht: **Weizen.** Kalibedarf: 66 kg. Es ist eine Düngung von 80 kg Kali zu geben.

6. Frucht: **Hafer.** Kalibedarf: 156 kg. Da es dem Hafer leicht wird, Kali dem Bodenvorrat zu entnehmen, so genügt eine Düngung von 80 kg Kali.

In Summa sind nach vorstehendem Plan zu geben: 1303 kg Kali, und der Bedarf der Pflanzen beträgt: 1318 kg Kali. Entnahme und Ersatz werden sich also ausgleichen.

Es bleibt noch die **Stickstoffdüngung** der Rotation festzustellen, und ich frage: können wir die zu verwendenden Stickstoffgaben in derselben Weise ermitteln, wie wir die Kali- und Phosphorsäuregaben festgestellt haben? Nein. Wie schon in einem früheren Abschnitt dieser Schrift (S. 97) bemerkt, läßt sich bezüglich des Stickstoffs eine Gleichgewichts-Rechnung nicht ausführen. Stickstoff geht aus dem Boden verloren und wird vom Boden gewonnen. Bakterien führen dem Boden Stickstoff zu und entführen ihm Stickstoff. Tau und Regen bringen Stickstoff und das Untergrundwasser entführt Stickstoff. Eine Bilanz aber können wir nicht aufstellen, weil die Größe von Verlust und Gewinn nicht zu ermitteln ist.

Ein ganz andrer Weg, nämlich der auf Seite 106 beschriebene, muß hier eingeschlagen werden. Es muß

einerseits überlegt werden, wie hoch der Ertrag unter den vorliegenden Verhältnissen sein wird, wenn kein Stickstoffsalz zur Verwendung kommt, und es muß anderseits ein bestimmter Ertrag als Ziel gesetzt werden. Die Differenz zwischen beiden ergiebt die zu erzielende Ertragssteigerung, und es bleibt dann zu berechnen, wieviel Stickstoffsalz erforderlich ist, um diese Ertragssteigerung zu bewirken.

Auf solcher Grundlage gelangt man zu dem folgenden Düngungsplan:

1. Frucht: **Futterrüben.** Durch die vorgesehene Düngung von Stallmist und Kaliphosphat werden voraussichtlich erzielt 600 D.-Ctr., durch Zugabe von Stickstoffsalz wird der Ertrag gesteigert werden können um . . . . 400 „

Mithin ist ein Gesamtertrag zu erzielen von 1000 D.-Ctr.

Da für eine Produktion von 100 D.-Ctr. Rüben unsern Ermittlungen nach 2 D.-Ctr. Chilisalpeter erforderlich sind, so ist für den zu erzielenden Mehrertrag von 400 D.-Ctr. Rüben die folgende Düngung in Aussicht zu nehmen:

3 D.-Ctr. schwefelsaures Ammoniak bei der Einsaat und
4 „ Chilisalpeter als Kopfdüngung.

2. Frucht: **Weizen.** Durch die vorgesehene Düngung von Jauche und Thomasmehl werden voraussichtlich erzielt · 30 D.-Ctr. Körner, durch Zugabe von Stickstoffsalz wird der Ertrag gesteigert werden können um . . . . 10 „ „

Mithin ist ein Gesamtertrag zu erzielen von 40 D.-Ctr. Körner.

Da für eine Produktion von 3 D.-Ctr. Weizenkörner 1 D.-Ctr. Chilisalpeter erforderlich ist, so ist für den zu erzielenden Mehrertrag von 10 D.-Ctr. Weizenkörner eine Düngung von 3 D.-Ctr. Chilisalpeter vorzusehen.

3. Frucht: **Hafer mit Kleeeinsaat.** Durch die vorgesehene Kaliphosphatdüngung werden voraussichtlich erzielt 20 D.-Ctr. Körner, durch Zugabe von Stickstoffsalz wird der Ertrag gesteigert werden können um . . . . 20 „ „

Mithin ist ein Gesamtertrag zu erzielen von 40 D.-Ctr. Körner.

Da für eine Produktion von 4 D.-Ctr. Haferkörner rund 1 D.-Ctr. Chilisalpeter erforderlich ist, so ist für den zu erzielenden Mehrertrag von 20 D.-Ctr. Haferkörner eine Düngung von 5 D.-Ctr. Chilisalpeter vorzusehen.

4. Frucht: **Klee.** Keine Stickstoffdüngung.

5. Frucht: **Weizen.** Wie bei 2, also mit 3 D.-Ctr. Chilisalpeter zu düngen.

6. Frucht: **Hafer.** Wie bei 3, also mit 5 D.-Ctr. Chilisalpeter zu düngen.

Der gesamte Düngungsplan ist nun also der folgende:

1. Frucht: **Futterrüben.**

Düngung pro Hektar:
- 600 D.-Ctr. Stallmist,
- 283 hl Jauche,
- 150 kg Thomasmehl-Phosphors. (10 D.-Ctr. 15%iges Thomasmehl),
- 60 „ Superphosphat-Phosphors. (3 D.-Ctr. 20%iges Superphosphat),
- 160 „ Kali (4 D.-Ctr. 40%iger Kalidünger),
- 3 D.-Ctr. Ammoniaksalz,
- 4 „ Chilisalpeter.

Thomasmehl und Kalidünger werden im Gemenge ausgestreut, bevor der Stallmist gebreitet wird. Ammoniaksalz und Superphosphat

werden im Gemenge vor der Saatbestellung des Ackers eingeeggt und der Chilisalpeter wird bei der ersten Hacke gegeben.

2. Frucht: Weizen.

Düngung pro Hektar:
- 142 hl Jauche,
- 45 kg Thomasmehl-Phosphors. (3 D.-Ctr. 15%iges Thomasmehl),
- 3 D.-Ctr. Chilisalpeter.

Das Thomasmehl wird vor der Einsaat eingeeggt; der Salpeter wird zur Hälfte Mitte März, zur Hälfte Anfang bis Mitte April gestreut.

3. Frucht: Hafer mit Kleeeinsaat.

Düngung pro Hektar:
- 120 kg Thomasmehl-Phosphors. (8 D.-Ctr. 15%iges Thomasmehl),
- 30 „ Superphosphat-Phosphorsäure (1,5 D.-Ctr. 20%iges Superphosphat),
- 120 „ Kali (3 D.-Ctr. 40%iger Kalidünger),
- 5 D.-Ctr. Chilisalpeter.

Thomasmehl und Kalidünger werden im Gemenge auf die Weizenstoppel oder im Winter auf die rauhe Furche gestreut. Superphosphat und die Hälfte des Chilisalpeters werden im Gemenge vor der Einsaat eingeeggt; die andere Hälfte des Salpeters wird je nach der Frühjahrswitterung im April oder Mai gegeben.

4. Frucht: Klee. Düngung: 120 kg Kali (3 D.-Ctr. 40%iger Kalidünger), im Winter zu streuen.

5. Frucht: **Weizen.**

Düngung pro Hektar:
- 60 kg Thomasmehl-Phosphorsäure (4 D.-Ctr. 15%iges Thomasmehl),
- 80 „ Kali (2 D.-Ctr. 40%iger Kalidünger),
- 3 D.-Ctr. Chilisalpeter.

Thomasmehl und Kalidünger werden auf die Kleestoppel gestreut; die Hälfte des Salpeters wird Mitte März, die andere im April gegeben.

6. Frucht: Hafer.

Düngung pro Hektar:
- 60 kg Thomasmehl-Phosphorsäure (4 D.-Ctr. 15%iges Thomasmehl),
- 80 „ Kali (2 D.-Ctr. 40%iger Kalidünger),
- 5 D.-Ctr. Chilisalpeter.

Thomasmehl und Kalisalz werden im Gemenge auf die Weizenstoppel oder im Winter oder Frühjahr auf die rauhe Furche gestreut. Vom Chilisalpeter wird die Hälfte bei der Einsaat eingeeggt, die andere Hälfte je nach der Frühjahrswitterung im April oder Mai gegeben.

Es ist selbstredend, daß die angegebenen Salpetermengen nur als „in Aussicht zu nehmende“ bezeichnet werden dürfen, denn von der Witterung und vom Stand der Früchte wird man es abhängig machen, ob genau die vorgesehenen Mengen zu geben sind. Bleiben beispielsweise die Rüben infolge ungünstiger Frühjahrswitterung so weit zurück, daß keine Aussicht ist, den Höchstertrag zu erzielen, so wird

man die als Kopfdüngung zu verwendende Salpetergabe mäßigen, oder steht etwa der Weizen im Frühjahr so üppig, daß durch die vorgesehene starke Salpeterdüngung Lagerfrucht zu befürchten ist, so wird man ebenfalls nicht die volle Düngung geben. Anderseits wird man die Gaben steigern, wenn die Pflanzen den Eindruck machen, daß sie noch mehr Stickstoff verarbeiten können, als man vorgesehen hat.

Jetzt aber die Frage: Wie prüft man, ob der aufgestellte Düngungsplan den vorliegenden Verhältnissen vollkommen entspricht, oder ob er verbessert werden kann? Die Prüfung ist nicht schwer. Auf einem Acker, der dem Durchschnitt der zur Gutswirtschaft gehörenden Felder möglichst genau entspricht, steckt man 24 Parzellen zu 1 ar ab, von welchen je 4 Parallelparzellen die folgende Düngung erhalten:

Parzelle 1 bleibt ohne Düngung.

Parzelle 2 erhält die vorgesehene Stallmist- und Jauchedüngung (also 600 kg Stallmist und 283 l Jauche) im ersten Jahr und die Hälfte der Jauchedüngung im zweiten Jahr, im übrigen aber keine Düngung. Sie giebt durch Vergleich mit Parzelle 1 Aufschluß über die Wirkung des Stallmistes und der Jauche.

Parzelle 3 wird wie 2 gedüngt und erhält außerdem die im Plan vorgesehenen Düngungen von Phosphorsäure, Kali und Stickstoff, wird also genau nach dem für die Rotation aufgestellten Plan gedüngt und giebt durch Vergleich mit Parzelle 2 Aufschluß über die Wirkung der vorgesehenen Beigaben von künstlichen Düngern.

Parzelle 4 wird wie 3 gedüngt, jedoch unter Ausschluß von Stickstoff. Sie giebt durch Vergleich mit Parzelle 3 ein Urteil über die Wirkung der bei 3 gegebenen Stickstoffdüngung.

Parzelle 5 wird wie 3 gedüngt, jedoch unter Ausschluß von Phosphorsäure. Sie giebt durch Vergleich mit 3 ein Urteil über die Wirkung der bei 3 verwendeten Phosphorsäuredüngung.

Parzelle 6 wird wie 3 gedüngt, jedoch unter Ausschluß von Kali. Sie giebt durch Vergleich mit Parzelle 3 ein Urteil über die Wirkung der bei 3 gegebenen Kalidüngung.

Diese Versuchsreihe wird 6 Jahre lang durchgeführt, und die Parzellen werden der vorgesehenen Fruchtfolge gemäß mit Futterrüben, Weizen, Hafer, Klee, Weizen, Hafer bestellt. Die Ausführung der Versuche geschieht in genauer Weise. Angaben hierüber habe ich in der Schrift „Düngungsfragen, Heft 4“ gemacht.

In einer größeren Anzahl hessischer Gutswirtschaften haben wir derartige Versuche eingeleitet, und ich bin der Überzeugung, daß dieselben nicht nur Wert haben für die betreffenden Wirtschaften, in welchen sie ausgeführt werden und auf deren Verhältnisse sie sich zunächst beziehen; sie haben einen allgemeineren Wert. Liegt eine größere Anzahl solcher Versuchsreihen vor, die unter verschiedenen Verhältnissen des Bodens, des Klimas, der Fruchtfolge, der intensiveren oder extensiveren Bewirtschaftung u. s. w. ausgeführt worden sind, so ist damit gleichsam eine Sammlung von Modellen erworben, aus welcher der Landwirt

sich dasjenige herauswählen kann, welches seinen besonderen Verhältnissen am meisten sich nähert und für eine versuchsweise Befolgung ihm am geeignetsten erscheint. Die Versuche werden beitragen helfen, einem planlosen Hin- und Herprobieren mit künstlichen Düngemitteln entgegen zu wirken und die überall noch herrschende Unsicherheit im Gebrauch der Handelsdünger zu beseitigen.

Druck von Fr. Stollberg in Merseburg.



Begründe

Wöchentlich e... ...tafel.

Durch jedes ... M.

Die »Deuts... und Ausstattung ein... ...ache Aufgabe: sie di... **...en in der Wirtschaftspol...** ...haft und Praxis von ... Ge-werben. Die »D... ...ach-männische Artik... ...nd-wirtschaft, welch... und Farbendruckbeila...

Wegen der grosse... ...en.

Di...

Probenummer... ...ei.

Mentz...

Landwirtsch... ...r.

Herausgeg. von **Dr. H...** ...c.

I. Teil (Taschen...

Ausgabe mit 1/2 Seite ... ...I.
Ausgabe mit 1/1 Seite ... geb. 3 M., in Leder geb. 4 M.

Der Mentzel und von Lengerke'sche Kalender folgt mit seinem ganzen Inhalt den modernen Bedürfnissen der Landwirtschaft, und nach wie vor wird er sich bewähren als ein **Freund des Landwirts,** wie man ihn oft lobend bezeichnet.

Der I. Teil, das gebundene Taschenbuch, dessen Formulare für wirtschaftliche Eintragungen der verschiedensten Art von über 35 Tausend Landwirten jahraus jahrein benutzt werden, enthält ausserdem Tabellen für Berechnungen, wie sie sich täglich im praktischen Betriebe aufwerfen, Tabellen, welche absolut unentbehrlich sind und es erklärlich machen, dass der »Mentzel« in der Rocktasche jedes Landwirts zu finden ist.

Der II. Teil, das Jahrbuch, enthält alljährlich auf das Peinlichste revidierte Zusammenstellungen über die landw. Behörden, es sind ferner die landw. Berufsgenossenschaften, die landw. Genossenschafts-Vorstände, die La... Zuchtgenossenschaften, die landw. Vereine, ebenso wie di... und Versuchsstationen aufgeführt. Ferner enthält diese... praktische Landwirte lehrreichen Artikel.

Zu beziehen durch jede Buchh...

